# NEUROTECNOLOGIAS E INCLUSÃO: EXPLORANDO NOVAS FRONTEIRAS PARA A APRENDIZAGEM PERSONALIZADA E ACESSÍVEL.

*Regina Daucia de Oliveira Braga*
*Simone Helen Drumond Ischkanian*
*Gladys Nogueira Cabral*
*Allyne de Moura Amorim*
*Palmyra Couto de Oliveira Neta*
*Eliana Drumond de Carvalho Silva*
*Gabriel Nascimento de Carvalho*
*Silvana Nascimento de Carvalho*
*Sygride Nascimento de Carvalho*
*Sandro Garabed Ischkanian*

O artigo aborda a integração de neurotecnologias em contextos educacionais, destacando seu potencial para promover a aprendizagem personalizada e acessível, especialmente para estudantes com diferentes perfis cognitivos e necessidades especiais. Essas tecnologias possibilitam a análise de padrões de atenção, memória e engajamento, permitindo ajustes individuais nas estratégias pedagógicas, favorecendo ritmos variados de aprendizagem e ampliando a inclusão de alunos neurodivergentes. Destaca-se a convergência entre neurotecnologias e recursos de acessibilidade, como softwares de comunicação aumentativa e ferramentas adaptativas, que reduzem barreiras educacionais e garantem participação equitativa em atividades escolares. O estudo enfatiza a relevância de sistemas capazes de interpretar dados neurocognitivos em tempo real, permitindo monitoramento contínuo do progresso estudantil e intervenções pedagógicas mais precisas. A discussão evidencia a importância de práticas inclusivas que considerem a diversidade neurocognitiva, indicando que compreender diferenças no processamento de informações fortalece a equidade educacional e valoriza talentos e potencialidades distintas. São abordados desafios éticos relacionados ao uso dessas tecnologias, incluindo a necessidade de consentimento informado, segurança de dados e proteção da privacidade dos estudantes, ressaltando a responsabilidade das instituições e dos profissionais da educação na gestão adequada das informações neurológicas. Políticas públicas e diretrizes estruturadas são apresentadas como fundamentais para implementar as neurotecnologias de forma sustentável e inclusiva, considerando que iniciativas isoladas podem gerar desigualdades e restringir o acesso efetivo às ferramentas. A formação docente é destacada como elemento essencial, pois professores capacitados podem interpretar dados neurocognitivos, adaptar atividades e desenvolver estratégias pedagógicas inovadoras que atendam às necessidades individuais de aprendizagem, fortalecendo a autonomia e o protagonismo estudantil. O artigo evidencia ainda os impactos da neuroeducação na aprendizagem de habilidades complexas, como pensamento lógico, resolução de problemas e criatividade, demonstrando que as neurotecnologias podem ser integradas a diferentes áreas do conhecimento. A adoção consciente dessas tecnologias potencializa a inclusão educacional, amplia a aprendizagem personalizada e contribui para a construção de um ambiente pedagógico que valoriza a diversidade, promovendo equidade, participação ativa e desenvolvimento integral dos estudantes. O artigo conclui que a integração de neurotecnologias constitui ferramenta estratégica para a inovação educacional, fortalecendo a aprendizagem personalizada, a inclusão e a equidade, promovendo um ensino alinhado às demandas contemporâneas da sociedade.

**Palavras-chave:** Neurotecnologias; aprendizagem personalizada; inclusão educacional.

# NEUROTECHNOLOGIES AND INCLUSION: EXPLORING NEW FRONTIERS FOR PERSONALIZED AND ACCESSIBLE LEARNING.

*Regina Daucia de Oliveira Braga*
*Simone Helen Drumond Ischkanian*
*Gladys Nogueira Cabral*
*Allyne de Moura Amorim*
*Palmyra Couto de Oliveira Neta*
*Eliana Drumond de Carvalho Silva*
*Gabriel Nascimento de Carvalho*
*Silvana Nascimento de Carvalho*
*Sygride Nascimento de Carvalho*
*Sandro Garabed Ischkanian*

The article examines the integration of neurotechnologies in educational contexts, highlighting their potential to promote personalized and accessible learning, particularly for students with diverse cognitive profiles and special educational needs. These technologies enable the analysis of attention, memory, and engagement patterns, allowing individual adjustments in pedagogical strategies, supporting varied learning paces, and enhancing the inclusion of neurodivergent students. The study emphasizes the convergence between neurotechnologies and accessibility resources, such as augmentative communication software and adaptive tools, which reduce educational barriers and ensure equitable participation in school activities. The research underscores the relevance of systems capable of interpreting neurocognitive data in real time, facilitating continuous monitoring of student progress and more precise pedagogical interventions. The discussion highlights the importance of inclusive practices that consider neurocognitive diversity, suggesting that understanding differences in information processing strengthens educational equity and values distinct talents and potentialities. Ethical challenges associated with the use of these technologies are also addressed, including the necessity of informed consent, data security, and protection of students' privacy, underscoring the responsibility of educational institutions and professionals in the proper management of neurological information. Structured public policies and guidelines are presented as essential for implementing neurotechnologies sustainably and inclusively, as isolated initiatives may generate inequalities and limit effective access to the tools. Teacher training is identified as a crucial component, since skilled educators can interpret neurocognitive data, adapt activities, and develop innovative pedagogical strategies that meet individual learning needs, reinforcing student autonomy and agency. The article further illustrates the impacts of neuroeducation on the acquisition of complex skills, such as logical thinking, problem-solving, and creativity, demonstrating that neurotechnologies can be integrated across multiple areas of knowledge. Conscious adoption of these technologies enhances educational inclusion, expands personalized learning, and contributes to creating a pedagogical environment that values diversity, promotes equity, active participation, and the holistic development of students. The study concludes that the integration of neurotechnologies constitutes a strategic tool for educational innovation, strengthening personalized learning, inclusion, and equity, and supporting teaching aligned with contemporary societal demands.

**Keywords:** neurotechnologies; personalized learning; educational inclusion.

# NEUROTECNOLOGÍAS E INCLUSIÓN: EXPLORANDO NUEVAS FRONTERAS PARA EL APRENDIZAJE PERSONALIZADO Y ACCESIBLE.

*Regina Daucia de Oliveira Braga*
*Simone Helen Drumond Ischkanian*
*Gladys Nogueira Cabral*
*Allyne de Moura Amorim*
*Palmyra Couto de Oliveira Neta*
*Eliana Drumond de Carvalho Silva*
*Gabriel Nascimento de Carvalho*
*Silvana Nascimento de Carvalho*
*Sygride Nascimento de Carvalho*
*Sandro Garabed Ischkanian*

El artículo examina la integración de neurotecnologías en contextos educativos, destacando su potencial para promover un aprendizaje personalizado y accesible, especialmente para estudiantes con perfiles cognitivos diversos y necesidades educativas especiales. Estas tecnologías permiten analizar patrones de atención, memoria y compromiso, posibilitando ajustes individuales en las estrategias pedagógicas, favoreciendo ritmos de aprendizaje variados y ampliando la inclusión de estudiantes neurodivergentes. Se resalta la convergencia entre neurotecnologías y recursos de accesibilidad, como software de comunicación aumentativa y herramientas adaptativas, que reducen barreras educativas y aseguran la participación equitativa en las actividades escolares. El estudio enfatiza la relevancia de sistemas capaces de interpretar datos neurocognitivos en tiempo real, permitiendo el seguimiento continuo del progreso estudiantil y la implementación de intervenciones pedagógicas más precisas. La discusión subraya la importancia de prácticas inclusivas que consideren la diversidad neurocognitiva, señalando que comprender las diferencias en el procesamiento de la información fortalece la equidad educativa y valora talentos y potencialidades distintas. Se abordan también los desafíos éticos asociados al uso de estas tecnologías, incluyendo la necesidad de consentimiento informado, seguridad de datos y protección de la privacidad de los estudiantes, resaltando la responsabilidad de las instituciones educativas y de los profesionales en la gestión adecuada de la información neurológica. Las políticas públicas y directrices estructuradas se presentan como fundamentales para implementar neurotecnologías de manera sostenible e inclusiva, dado que iniciativas aisladas pueden generar desigualdades y limitar el acceso efectivo a las herramientas. La formación docente se destaca como un componente esencial, ya que los profesores capacitados pueden interpretar datos neurocognitivos, adaptar actividades y desarrollar estrategias pedagógicas innovadoras que respondan a las necesidades individuales de aprendizaje, fortaleciendo la autonomía y el protagonismo estudiantil. El artículo también evidencia los impactos de la neuroeducación en el desarrollo de habilidades complejas, como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad, demostrando que las neurotecnologías pueden integrarse en diversas áreas del conocimiento. La adopción consciente de estas tecnologías potencia la inclusión educativa, amplía el aprendizaje personalizado y contribuye a la creación de un entorno pedagógico que valora la diversidad, promoviendo equidad, participación activa y desarrollo integral de los estudiantes. El estudio concluye que la integración de neurotecnologías constituye una herramienta estratégica para la innovación educativa, fortaleciendo el aprendizaje personalizado, la inclusión y la equidad, y promoviendo una enseñanza alineada con las demandas contemporáneas de la sociedad.

**Palabras clave:** Neurotecnologías; aprendizaje personalizado; inclusión educativa.

# NEUROTECHNOLOGIES ET INCLUSION : EXPLORER DE NOUVELLES FRONTIÈRES POUR L'APPRENTISSAGE PERSONNALISÉ ET ACCESSIBLE.

*Regina Daucia de Oliveira Braga*
*Simone Helen Drumond Ischkanian*
*Gladys Nogueira Cabral*
*Allyne de Moura Amorim*
*Palmyra Couto de Oliveira Neta*
*Eliana Drumond de Carvalho Silva*
*Gabriel Nascimento de Carvalho*
*Silvana Nascimento de Carvalho*
*Sygride Nascimento de Carvalho*
*Sandro Garabed Ischkanian*

L'article examine l'intégration des neurotechnologies dans les contextes éducatifs, en mettant en avant leur potentiel pour favoriser un apprentissage personnalisé et accessible, en particulier pour les élèves ayant des profils cognitifs variés et des besoins éducatifs spécifiques. Ces technologies permettent d'analyser les schémas d'attention, de mémoire et d'engagement, ce qui rend possible l'ajustement individuel des stratégies pédagogiques, favorisant des rythmes d'apprentissage divers et renforçant l'inclusion des élèves neurodivergents. On souligne la convergence entre les neurotechnologies et les ressources d'accessibilité, telles que les logiciels de communication augmentative et les outils adaptatifs, qui réduisent les obstacles éducatifs et garantissent une participation équitable aux activités scolaires. L'étude met en évidence l'importance de systèmes capables d'interpréter les données neurocognitives en temps réel, permettant un suivi continu des progrès des élèves et la mise en œuvre d'interventions pédagogiques plus précises. La discussion insiste sur l'importance des pratiques inclusives prenant en compte la diversité neurocognitive, indiquant que comprendre les différences dans le traitement de l'information renforce l'équité éducative et valorise les talents et les potentialités distincts. Les défis éthiques liés à l'utilisation de ces technologies sont également abordés, notamment la nécessité d'un consentement éclairé, la sécurité des données et la protection de la vie privée des élèves, soulignant la responsabilité des institutions et des professionnels de l'éducation dans la gestion appropriée de l'information neurologique. Les politiques publiques et les directives structurées sont présentées comme essentielles pour mettre en œuvre ces neurotechnologies de manière durable et inclusive, car des initiatives isolées peuvent générer des inégalités et limiter l'accès effectif aux outils. La formation des enseignants est considérée comme un élément clé, car les enseignants qualifiés peuvent interpréter les données neurocognitives, adapter les activités et développer des stratégies pédagogiques innovantes répondant aux besoins individuels d'apprentissage, renforçant ainsi l'autonomie et la participation active des élèves. L'article met également en évidence les impacts de la neuroéducation sur l'acquisition de compétences complexes, telles que la pensée logique, la résolution de problèmes et la créativité, démontrant que les neurotechnologies peuvent être intégrées dans diverses disciplines. L'adoption consciente de ces technologies favorise l'inclusion éducative, élargit l'apprentissage personnalisé et contribue à la création d'un environnement pédagogique valorisant la diversité, promouvant l'équité, la participation active et le développement intégral des élèves. L'étude conclut que l'intégration des neurotechnologies constitue un outil stratégique pour l'innovation éducative, renforçant l'apprentissage personnalisé, l'inclusion et l'équité, et favorisant un enseignement aligné sur les exigences contemporaines de la société.

**Mots-clés:** Neurotechnologies; apprentissage personnalisé; inclusion éducative.

# NEUROTECNOLOGIAS E INCLUSÃO: EXPLORANDO NOVAS FRONTEIRAS PARA A APRENDIZAGEM PERSONALIZADA E ACESSÍVEL.

*Regina Daucia de Oliveira Braga*
*Simone Helen Drumond Ischkanian*
*Gladys Nogueira Cabral*
*Allyne de Moura Amorim*
*Palmyra Couto de Oliveira Neta*
*Eliana Drumond de Carvalho Silva*
*Gabriel Nascimento de Carvalho*
*Silvana Nascimento de Carvalho*
*Sygride Nascimento de Carvalho*
*Sandro Garabed Ischkanian*

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento recente das neurotecnologias tem redesenhado os contornos do conhecimento educacional, oferecendo novas perspectivas para a aprendizagem individualizada e acessível. Estudos contemporâneos indicam que dispositivos de interface cérebro-computador e sistemas de neurofeedback podem modular processos cognitivos essenciais para o aprendizado, como atenção, memória e processamento de informações complexas (Belchior et al., 2025). Esta abordagem transforma a forma como conceituamos ambientes educativos, deslocando o foco da uniformidade metodológica para a personalização centrada no estudante, desafiando paradigmas tradicionais de ensino.

A complexidade conceitual das neurotecnologias demanda precisão terminológica. Técnicas como estimulação transcraniana, sensores neurofisiológicos e algoritmos de análise de dados neurais constituem um conjunto heterogêneo de ferramentas com diferentes capacidades de intervenção sobre o comportamento e a aprendizagem humana (Jiao, 2025). A distinção entre tecnologias invasivas e não invasivas, bem como entre recursos de avaliação e de estímulo cognitivo, torna-se essencial para compreender os impactos e os limites da aplicação educativa.

A aplicação dessas tecnologias à aprendizagem evidencia potencial transformador, sobretudo na adaptação a necessidades individuais. Pesquisas indicam que intervenções neurotecnológicas podem intensificar processos de memorização e facilitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas específicas (Demo et al., 2025). A possibilidade de monitoramento contínuo do progresso do aluno e de ajustes em tempo real sugere uma ruptura com modelos pedagógicos homogêneos, oferecendo condições para experiências de aprendizagem profundamente personalizadas.

Paralelamente, a discussão sobre inclusão educacional ganha contornos renovados diante do avanço tecnológico. A literatura aponta que práticas pedagógicas inclusivas historicamente enfrentam barreiras estruturais, sociais e culturais que limitam a plena

participação de estudantes com diferentes habilidades (UNESCO, 2020). A integração de neurotecnologias emerge como um recurso promissor para minimizar essas barreiras, mas exige reflexão crítica sobre equidade e acessibilidade, evitando a criação de novas desigualdades entre os aprendizes.

A intersecção entre neurotecnologia e inclusão apresenta oportunidades e desafios simultâneos. Ao potencializar habilidades cognitivas diversas, essas tecnologias podem reduzir disparidades no desempenho acadêmico; entretanto, a literatura alerta para a necessidade de estratégias pedagógicas que considerem as especificidades de cada indivíduo (Farah, 2020). A efetividade dessas intervenções depende de integração conceitual entre neurociência, educação e psicologia, demandando projetos interdisciplinares robustos.

O percurso histórico das neurotecnologias revela que o seu surgimento não é pontual, mas resultado de décadas de pesquisas em neurociência básica e aplicada. Inicialmente centradas na compreensão do funcionamento neural, essas ferramentas evoluíram para suportes concretos de aprendizagem e engajamento escolar (Gazzaniga, 2018). Esta trajetória evidencia que a inovação educacional não se restringe à implementação de dispositivos, mas envolve a construção de conhecimento acerca do comportamento cognitivo em contextos pedagógicos.

Questões éticas permeiam o uso de neurotecnologias, principalmente em ambientes de aprendizagem sensíveis. A proteção da privacidade cognitiva, o consentimento informado e o risco de manipulação comportamental são preocupações recorrentes na literatura contemporânea (Ienca & Andorno, 2017). A reflexão crítica sobre estes dilemas torna-se indispensável para que as intervenções sejam socialmente responsáveis e academicamente legítimas, evitando impactos prejudiciais sobre o desenvolvimento dos aprendizes.

As limitações metodológicas representam outro ponto de atenção. Evidências sobre os efeitos das neurotecnologias na educação ainda apresentam lacunas, especialmente no que se refere à replicabilidade dos resultados e à variabilidade individual (Howard-Jones, 2014). A complexidade do cérebro humano e das interações educativas exige abordagens experimentais rigorosas, capazes de considerar múltiplos fatores contextuais, cognitivos e emocionais simultaneamente.

Inovações recentes, como realidade virtual, inteligência artificial adaptativa e sistemas de neurofeedback, ampliam a capacidade de engajamento e personalização do ensino (Moraes et al., 2026). Tais ferramentas permitem experimentações pedagógicas mais dinâmicas, oferecendo dados em tempo real que orientam decisões docentes e fortalecem processos de avaliação formativa, evidenciando uma convergência entre tecnologia, aprendizagem e inclusão.

O potencial de personalização da aprendizagem emerge como um eixo central das neurotecnologias aplicadas à educação. Estudos indicam que plataformas adaptativas podem ajustar o conteúdo, o ritmo e a complexidade das atividades conforme o perfil cognitivo do estudante, promovendo maior engajamento e retenção de conhecimentos (Cabral et al., 2024a). Este modelo desafia pressupostos tradicionais de ensino coletivo, priorizando trajetórias individuais de desenvolvimento.

Conceitos como neuroplasticidade fundamentam a aplicação das neurotecnologias na educação. A capacidade do cérebro de reorganizar-se em resposta a estímulos e experiências permite intervenções pedagógicas fundamentadas em evidências que potencializam habilidades cognitivas específicas (Draganski et al., 2006). O reconhecimento de que estruturas neurais não são rígidas, mas adaptáveis, abre possibilidades inéditas para a criação de ambientes de aprendizagem inclusivos.

Evidências empíricas corroboram o efeito das neurotecnologias no desempenho cognitivo. Experimentos recentes indicam que o uso de dispositivos de estimulação cerebral, quando associado a práticas pedagógicas estruturadas, pode melhorar a atenção e a capacidade de resolução de problemas em estudantes com perfis variados (McNab et al., 2015). Tais resultados reforçam a necessidade de integração entre tecnologia, currículo e estratégias de ensino orientadas pela neurociência.

No entanto, a implementação tecnológica não é isenta de riscos de exclusão. O acesso desigual a dispositivos, conectividade e suporte técnico pode acentuar disparidades existentes, comprometendo o ideal de equidade educacional (Selwyn, 2016). A abordagem inclusiva exige políticas públicas, formação docente e investimento em infraestrutura para que as oportunidades proporcionadas pelas neurotecnologias sejam realmente universais.

O impacto socioeducacional das neurotecnologias se manifesta na transformação de práticas pedagógicas e na redefinição do papel do professor. Pesquisas indicam que docentes passam a atuar como mediadores de experiências cognitivas complexas, utilizando dados gerados por tecnologias para personalizar estratégias e promover autonomia do estudante (Villa & Thousand, 2018). Este deslocamento exige formação contínua e reflexão crítica sobre a função educacional na era digital.

A promoção de autonomia intelectual e cognitiva é um dos benefícios centrais da integração tecnológica. Ferramentas de autoavaliação e monitoramento de desempenho permitem que estudantes desenvolvam habilidades de autorregulação, planejamento e metacognição (Poldrack, 2018). Estes processos são determinantes para a consolidação de aprendizagens duradouras e para a construção de trajetórias educacionais significativas.

A interação humano-máquina redefine possibilidades de ensino, permitindo feedback contínuo e adaptação de atividades em tempo real (Lebedev & Nicolelis, 2017). Interfaces que captam sinais neurais possibilitam intervenções pedagógicas precisas, ampliando a capacidade de resposta a dificuldades individuais e fortalecendo práticas inclusivas centradas no estudante.

Críticas sobre a eficácia das neurotecnologias na educação alertam para a necessidade de rigor e reflexão metodológica. O entusiasmo tecnológico nem sempre se traduz em resultados consistentes, exigindo avaliação sistemática dos efeitos e da replicabilidade de intervenções (Clausen, 2018). O diálogo entre ceticismo e inovação é fundamental para consolidar práticas pedagógicas baseadas em evidências.

A integração interdisciplinar é condição indispensável para o sucesso de iniciativas neuroeducacionais. O diálogo entre pedagogia, neurociência, psicologia e engenharia potencializa intervenções mais contextualizadas e efetivas, considerando múltiplos determinantes do aprendizado humano (Gazzaniga, 2018). Sem esta convergência, os recursos tecnológicos podem permanecer subutilizados ou mal aplicados.

Experiências internacionais oferecem insights sobre implementação e desafios das neurotecnologias. Modelos de sucesso em países com políticas educacionais inclusivas demonstram que a combinação entre formação docente, tecnologia acessível e suporte institucional é decisiva para resultados efetivos (UNESCO, 2020). A análise comparativa fortalece a compreensão de boas práticas e limitações contextuais.

Políticas públicas têm papel estratégico na promoção de inclusão mediada por tecnologia. Incentivos à pesquisa aplicada, regulamentação ética e financiamento de tecnologias acessíveis garantem que iniciativas inovadoras não se restrinjam a contextos privilegiados, ampliando impacto social e educativo (Ienca & Andorno, 2017). A articulação entre ciência, governo e instituições educacionais é determinante para sustentabilidade.

Desafios metodológicos permanecem centrais na pesquisa educacional com neurotecnologias. A complexidade do fenômeno requer métodos capazes de lidar com variabilidade individual, interações sociais e múltiplos indicadores de aprendizado (Howard-Jones, 2014). A escolha criteriosa de protocolos experimentais, amostras e instrumentos de avaliação é determinante para gerar conclusões confiáveis.

A convergência entre ética e inovação define o horizonte da pesquisa em neuroeducação. Intervenções devem equilibrar potencial de melhoria cognitiva com respeito à autonomia, à privacidade e à diversidade dos aprendizes, evitando efeitos adversos ou discriminação sutil (Clausen, 2018). Este equilíbrio reforça a responsabilidade social da ciência aplicada à educação.

Tendências futuras apontam para a ampliação da personalização preditiva, análise de dados cognitivos complexos e integração de inteligência artificial com plataformas educativas inclusivas (Ischkanian et al., 2026). Estas inovações oferecem novas possibilidades de planejamento pedagógico, monitoramento do desenvolvimento e intervenção precoce em contextos de diversidade cognitiva.

A relevância do estudo reside na possibilidade de transformação profunda do cenário educacional, oferecendo ferramentas que conciliam aprendizagem personalizada, acessibilidade e inclusão (Howard-Jones, 2014). A literatura evidencia lacunas em relação a metodologias efetivas e sustentáveis, sinalizando oportunidades para investigação crítica e inovação aplicada.

A formulação do problema de pesquisa centra-se em compreender como as neurotecnologias podem ser empregadas para promover aprendizagem personalizada e acessível, garantindo equidade e desenvolvimento integral de todos os estudantes (Belchior et al., 2025). O objetivo deste estudo é analisar mecanismos, estratégias e práticas que articulam ciência, tecnologia e inclusão, oferecendo fundamentos teóricos e práticos para intervenções pedagógicas efetivas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O advento das neurotecnologias tem promovido uma reconfiguração substancial nos processos de ensino e aprendizagem, particularmente no que tange à personalização e à inclusão educacional. Jiao (2025) argumenta que ferramentas neurotecnológicas podem ser estruturadas para atender de maneira diferenciada estudantes neurodivergentes, permitindo ajustes finos em tempo real das estratégias de aprendizagem. Tal perspectiva impõe um redimensionamento das práticas pedagógicas, exigindo que docentes integrem conhecimentos da neurociência com metodologias ativas e recursos digitais de última geração.

A personalização da aprendizagem ganha um novo espectro quando associada a dispositivos que monitoram a atividade cerebral e padrões cognitivos, pois permite que intervenções sejam adaptadas às necessidades individuais de cada estudante. Mukherjee (2025) demonstra que chatbots educativos, aliados à análise de dados neurocognitivos, podem orientar o aprendizado de forma dinâmica, tornando possível identificar lacunas de conhecimento e oferecer feedback imediato. Essa abordagem evidencia o potencial de tecnologias digitais em transformar a educação tradicional, centrando-a nas capacidades e preferências de cada aluno.

A inclusão de estudantes com necessidades especiais se beneficia consideravelmente das ferramentas digitais emergentes, que podem compensar barreiras físicas, sensoriais ou cognitivas. Evangelista (2025) enfatiza que plataformas adaptativas e softwares de apoio promovem a equidade na aprendizagem, permitindo que todos os alunos participem de

atividades complexas com autonomia. O desenvolvimento de interfaces acessíveis e materiais multimídia adaptativos constitui um campo fértil para pesquisas voltadas à democratização do conhecimento.

O conceito de aprendizagem multimodal encontra na neurotecnologia uma aplicação prática e eficaz, considerando que diferentes estímulos sensoriais podem ser integrados para potencializar a aquisição de conhecimento. Moraes et al. (2026) argumentam que ambientes imersivos, como a realidade virtual, oferecem experiências que combinam visual, auditivo e cinestésico, facilitando a compreensão de conteúdos complexos e promovendo engajamento profundo. A utilização de tais recursos abre caminhos para práticas pedagógicas mais inclusivas e diversificadas.

A abordagem neuropsicopedagógica propõe uma articulação entre a neurociência e a educação, visando compreender o desenvolvimento cognitivo em contextos específicos de aprendizagem. Belchior et al. (2025) destacam que intervenções estruturadas em sala de aula, baseadas em princípios neuropsicopedagógicos, podem otimizar a aquisição de habilidades acadêmicas, sobretudo para alunos com dificuldades de aprendizagem. O diálogo entre teoria e prática revela a importância de adaptar o currículo de acordo com as capacidades individuais e o ritmo de cada estudante.

A cultura maker emerge como um instrumento de inclusão, permitindo que estudantes participem ativamente da construção do próprio conhecimento. Vieira et al. (2026) evidenciam que projetos de baixo custo, associados à produção de recursos educativos, incentivam a criatividade e a autonomia, consolidando competências cognitivas e socioemocionais. O valor educativo da cultura maker se manifesta na possibilidade de transformar ambientes de aprendizagem em laboratórios de experimentação acessíveis a todos.

As tecnologias de baixo custo, quando articuladas com estratégias pedagógicas centradas no estudante, têm potencial para reduzir desigualdades históricas no acesso à educação. Oliveira et al. (2026) demonstram que impressoras 3D, sensores simples e softwares abertos podem ser empregados para desenvolver materiais adaptativos que atendam diferentes perfis de aprendizagem. Esse movimento amplia a capacidade das escolas de oferecer oportunidades equitativas sem depender exclusivamente de investimentos elevados.

A neurociência aplicada à alfabetização revela conexões importantes entre maturidade cerebral e aquisição da linguagem escrita. Ferreira et al. (2025) analisam que compreender o estágio de desenvolvimento cognitivo de cada criança é essencial para projetar intervenções pedagógicas eficientes, capazes de acelerar a aquisição de habilidades linguísticas. Essa abordagem sublinha que aprendizagem significativa está intimamente ligada ao entendimento dos processos neurocognitivos subjacentes.

O papel do lúdico na educação se intensifica quando aliado a recursos tecnológicos, ampliando o engajamento e a motivação intrínseca dos alunos. Ischkanian et al. (2024) mostram que jogos, brinquedos e brincadeiras estruturadas promovem a consolidação de competências cognitivas e sociais, oferecendo contextos ricos para a experimentação e descoberta. O lúdico, integrado a plataformas digitais, transforma o aprendizado em experiência imersiva e participativa.

A gamificação emerge como metodologia que potencializa o aprendizado por meio da motivação e do engajamento contínuo, oferecendo feedback imediato e desafios graduais. Cabral et al. (2024a) indicam que a introdução de elementos de jogos nas atividades escolares estimula não apenas a retenção de conteúdo, mas também o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como persistência e cooperação. Essa estratégia evidencia a relevância de estratégias interativas no contexto da educação inclusiva.

As neurotecnologias possibilitam avaliação adaptativa, permitindo que o desempenho dos alunos seja monitorado em tempo real e ajustado conforme o progresso individual. Ischkanian et al. (2026) sugerem que sistemas inteligentes podem fornecer relatórios detalhados sobre áreas de dificuldade, orientando intervenções pedagógicas mais precisas. A avaliação torna-se, portanto, uma ferramenta de suporte à aprendizagem contínua, substituindo métodos padronizados e pouco responsivos.

A interdisciplinaridade encontra na tecnologia aliada à neurociência uma forma de contextualizar conteúdos e relacioná-los a situações concretas. Carvalho et al. (2026) defendem que a integração de disciplinas, mediada por recursos digitais, permite que os alunos percebam conexões entre diferentes áreas do conhecimento, tornando o aprendizado mais coerente e significativo. Tal perspectiva reforça a necessidade de currículos flexíveis e adaptáveis.

O impacto das interações sociais mediadas por brincadeiras estruturadas evidencia que o desenvolvimento comunicativo não ocorre isoladamente, mas em contextos colaborativos. Silva et al. (2025) destacam que crianças autistas beneficiam-se de atividades planejadas que promovem a troca de informações, fortalecendo habilidades sociais e cognitivas. Esse enfoque demonstra que tecnologias educacionais devem ser concebidas para favorecer a interação e a inclusão social.

A reflexão metalinguística emerge como ferramenta para o aprimoramento da alfabetização, permitindo que estudantes desenvolvam consciência sobre o próprio processo de aprendizagem. Vieira et al. (2025) evidenciam que atividades que estimulam análise e comparação de estruturas linguísticas ampliam a autonomia e a capacidade crítica dos alunos. Incorporar recursos digitais nesse contexto potencializa a experiência de aprendizado, tornando-a mais rica e interativa.

O desenho universal para a aprendizagem constitui um paradigma que orienta a criação de materiais e estratégias acessíveis a todos. Carvalho et al. (2026) argumentam que adaptar recursos pedagógicos de acordo com diferentes estilos de aprendizagem reduz barreiras e maximiza oportunidades educacionais. A implementação prática desse conceito requer sensibilidade por parte de educadores e planejamento consciente das atividades curriculares.

A robótica sustentável surge como campo de inovação que integra princípios de preservação ambiental à educação tecnológica. Ischkanian et al. (2022) demonstram que a construção de dispositivos a partir de materiais recicláveis não apenas estimula habilidades técnicas, mas também sensibiliza estudantes para questões de sustentabilidade. Essa abordagem articula aprendizagem significativa com consciência socioambiental, fortalecendo a formação integral do aluno.

A realidade virtual oferece experiências imersivas que podem substituir métodos tradicionais de ensino em determinados contextos. Cabral (2024) aponta que simulações virtuais permitem que estudantes explorem cenários complexos, desenvolvendo compreensão prática e abstrata simultaneamente. Essa tecnologia expande os limites físicos da sala de aula, promovendo inclusão e engajamento por meio da experimentação segura e controlada.

A formação docente necessita de atualização contínua em tecnologias digitais e neurociência aplicada, garantindo que os professores sejam capazes de integrar novas ferramentas de forma eficaz. Ischkanian et al. (2025) ressaltam que programas de capacitação voltados para ensino híbrido e remoto fortalecem competências pedagógicas e facilitam a implementação de metodologias inovadoras. A qualidade da educação depende diretamente da preparação e adaptabilidade do corpo docente.

A alfabetização midiática e informacional representa um componente crítico da formação educacional contemporânea. Wilson (2013) defende que compreender e analisar informações em múltiplos formatos é indispensável para desenvolver pensamento crítico e autonomia cognitiva. Integrar neurotecnologias nesse processo permite personalizar atividades e adaptar conteúdos ao ritmo de cada aprendiz, promovendo aprendizado mais eficaz e contextualizado.

O papel da escuta sensível na avaliação infantil evidencia que compreender as necessidades individuais é tão relevante quanto aplicar instrumentos padronizados. Silva et al. (2026) demonstram que observação, diálogo e registro sistemático de interações oferecem informações essenciais para planejar intervenções pedagógicas adequadas. Esta abordagem fortalece a relação entre educador e aluno, promovendo inclusão efetiva e aprendizagem significativa.

O enfrentamento de desigualdades históricas requer atenção à construção de materiais adaptativos e recursos multimídia. Silva et al. (2026) indicam que a produção de conteúdos acessíveis garante participação plena de estudantes com diferentes habilidades, ampliando oportunidades de sucesso acadêmico. A tecnologia, quando orientada por princípios inclusivos, atua como catalisador de justiça educacional.

A interdisciplinaridade e contextualização do currículo ganham consistência quando mediadas por tecnologias digitais, que permitem conectar saberes teóricos e práticos. Carvalho et al. (2026) destacam que projetos que cruzam disciplinas estimulam habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, tornando o aprendizado mais próximo da realidade social e profissional dos estudantes. A tecnologia serve como ponte entre abstração e aplicação.

O desafio da valorização docente influencia diretamente a implementação de práticas pedagógicas inovadoras. Batista et al. (2025) argumentam que remuneração inadequada e falta de reconhecimento comprometem motivação e comprometimento profissional, impactando negativamente a qualidade da educação. Incentivar a formação continuada e fornecer suporte institucional são medidas imprescindíveis para sustentar mudanças efetivas em sala de aula.

O imaginário infantil desempenha papel central na construção de valores e compreensão de normas sociais. Azevedo et al. (2025) mostram que atividades que exploram fantasia e realidade favorecem reflexão ética e desenvolvimento cognitivo, promovendo aprendizagem que transcende conteúdos formais. Integrar esses elementos ao ensino tecnológico reforça a multidimensionalidade do processo educacional.

As contribuições das neurociências para a aprendizagem personalizada refletem na compreensão da diversidade cognitiva e nas estratégias pedagógicas adaptativas. Ferreira et al. (2025) demonstram que o conhecimento sobre plasticidade cerebral e maturação cognitiva permite planejar intervenções eficazes, promovendo inclusão de forma consciente e fundamentada. Esse diálogo entre ciência e prática educacional inaugura novas perspectivas para um ensino mais equitativo.

O desenvolvimento de competências socioemocionais é intensificado por ambientes que integram neurotecnologia, ludicidade e interações sociais estruturadas. Silva et al. (2025) evidenciam que experiências coletivas mediadas por tecnologias fortalecem habilidades de empatia, cooperação e autorregulação. Tais práticas demonstram que a aprendizagem vai além da aquisição de conteúdos, envolvendo formação integral e construção de cidadania.

O avanço das tecnologias digitais emergentes redefine o papel da escola como espaço de experimentação, pesquisa e criação colaborativa. Ischkanian et al. (2025) enfatizam que ambientes interativos, que combinam jogos, recursos multimídia e interfaces adaptativas, permitem que estudantes participem ativamente da produção do conhecimento. Esse modelo

promove autonomia, engajamento e inclusão, configurando uma educação centrada no aprendiz.

**Tabela 1: Jogos, recursos multimídia e interfaces adaptativas pertinentes a pesquisa.**

| Atividade | Descrição | Autores do artigo 2026 |
|---|---|---|
| Desenvolvimento de aplicativos educacionais inclusivos | Criar apps que se adaptem a diferentes perfis cognitivos | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: "Aplicativos adaptativos ampliam a personalização da aprendizagem para cada estudante" |
| Laboratório de realidade virtual para alfabetização | Uso de RV para tornar leitura e escrita interativas | Gladys Nogueira Cabral, 2026: "A realidade virtual permite simular ambientes que potencializam a aquisição de habilidades linguísticas" |
| Robótica sustentável | Construção de robôs a partir de materiais recicláveis para STEM | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: "A robótica sustentável promove consciência ecológica aliada à aprendizagem prática" |
| Jogos digitais adaptativos | Projetar jogos que ajustem dificuldade conforme desempenho | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: "Jogos adaptativos aumentam engajamento e respeitam ritmos cognitivos individuais" |
| Plataforma de avaliação adaptativa | Avaliação automatizada que se ajusta ao ritmo do estudante | Silvana Nascimento de Carvalho, 2026: "Ferramentas adaptativas permitem acompanhar progresso de forma contínua e personalizada" |
| Oficina de cultura maker | Criação de protótipos inclusivos usando tecnologias de baixo custo | Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira, 2026: "A cultura maker promove aprendizagem inclusiva por meio da experimentação prática" |
| Portfólio digital de aprendizagem | Registro multimídia de habilidades e progressos dos alunos | Gabriel Nascimento de Carvalho, 2026: "Portfólios digitais documentam conquistas e facilitam o feedback formativo" |
| Simulações neuroeducacionais | Simular cenários de aprendizagem para estimular áreas cerebrais | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: "Simulações neuroeducacionais ajudam a compreender como diferentes estratégias afetam a cognição" |
| Atividades de neuropsicopedagogia aplicada | Intervenções em sala de aula para alunos com necessidades diversas | Idênis Glória Belchior, 2026: "A neuropsicopedagogia aplicada promove intervenções dirigidas ao perfil cognitivo de cada estudante" |
| Jogos de raciocínio lógico inclusivos | Jogos digitais que promovem desenvolvimento cognitivo adaptativo | Gladys Nogueira Cabral, 2026: "Jogos inclusivos fortalecem raciocínio lógico e mantêm a participação de todos os estudantes" |

| | | |
|---|---|---|
| Oficinas de programação para neurodiversos | Introduzir conceitos de codificação de forma acessível | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “Programação inclusiva desenvolve habilidades cognitivas e oferece oportunidades iguais de aprendizagem” |
| Ferramentas de comunicação alternativa | Uso de pranchas digitais ou pictogramas para alunos com dificuldades de linguagem | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: “Recursos de comunicação aumentativa favorecem expressão e interação em contextos inclusivos” |
| Realidade aumentada em estudos históricos | Tornar conteúdos históricos acessíveis e interativos | Gladys Nogueira Cabral, 2026: “A realidade aumentada facilita visualizações complexas e aumenta a compreensão de conteúdos abstratos” |
| Produção de materiais pedagógicos recicláveis | Desenvolvimento de recursos didáticos inclusivos a partir de materiais reutilizados | Idênis Glória Belchior, 2026: “Materiais recicláveis promovem aprendizagem prática e consciência ambiental simultaneamente” |
| Oficinas de alfabetização multimodal | Combinar texto, áudio e vídeo para aprendizagem diversificada | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: “O ensino multimodal atende diferentes estilos cognitivos e melhora retenção de informações” |
| Jogos de atenção e memória | Ferramentas neurotecnológicas que estimulam funções executivas | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “Atividades lúdicas estimulam memória de trabalho e funções executivas em contextos inclusivos” |
| Laboratório de neurociência aplicada | Experimentos educativos para compreender processos cognitivos | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: “Laboratórios neuroeducativos permitem observação prática de estratégias cognitivas” |
| Atividades de avaliação formativa digital | Monitorar desempenho contínuo usando plataformas inteligentes | Silvana Nascimento de Carvalho, 2026: “Avaliação contínua digital oferece dados objetivos para intervenções pedagógicas assertivas” |
| Lúdico e aprendizagem significativa | Brincadeiras estruturadas para promover habilidades socioemocionais | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “Brincadeiras estruturadas fortalecem desenvolvimento social e emocional” |
| Oficinas de storytelling digital | Criar narrativas multimídia para estimular imaginação e linguagem | Palmyra Couto de Oliveira Neta, 2026: “Storytelling digital amplia habilidades narrativas e criatividade” |
| Robótica para inclusão | Projetos de robôs que auxiliam crianças com mobilidade reduzida | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: “Robôs inclusivos promovem autonomia e participação ativa em sala de aula” |
| Produção de podcasts educativos | Criar conteúdo áudio acessível para todos os alunos | Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira, 2026: “Podcasts educativos facilitam acesso à informação para diferentes perfis de aprendizagem” |
| Laboratório de IA para personalização do ensino | Ferramentas que ajustam conteúdo conforme perfil do estudante | Gladys Nogueira Cabral, 2026: “Inteligência artificial permite diferenciação pedagógica automática” |

| | | |
|---|---|---|
| Jogos de roleplay digital | Simulações para desenvolver empatia e compreensão social | Silvana Nascimento de Carvalho, 2026: “Roleplay digital fomenta habilidades socioemocionais e percepção de perspectiva” |
| Produção de e-books interativos | Materiais que combinam multimídia, acessíveis para diferentes habilidades | Gabriel Nascimento de Carvalho, 2026: “E-books interativos ampliam autonomia e engajamento do aluno” |
| Realidade virtual para aprendizagem de línguas | Experiências imersivas em idiomas | Gladys Nogueira Cabral, 2026: “RV permite imersão linguística sem barreiras físicas” |
| Oficinas de criação de recursos táteis | Desenvolver materiais físicos adaptativos para inclusão sensorial | Eliana Drumond de Carvalho Silva, 2026: “Recursos táteis promovem aprendizagem sensorial e inclusiva” |
| Jogos matemáticos adaptativos | Ajuste automático de dificuldade para estimular raciocínio lógico | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: “Jogos matemáticos adaptativos favorecem desenvolvimento cognitivo progressivo” |
| Simulações de laboratório de ciências | Experiências seguras e inclusivas usando tecnologia digital | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: “Simulações digitais permitem experimentação segura e inclusiva” |
| Programas de leitura assistida por IA | Algoritmos que identificam dificuldades de leitura e oferecem suporte | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “IA pode mapear dificuldades individuais e propor estratégias personalizadas” |
| Oficinas de música digital | Composição interativa que atende diferentes perfis de aprendizagem | Palmyra Couto de Oliveira Neta, 2026: “Música digital estimula criatividade e coordenação cognitiva” |
| Produção de vídeos educativos inclusivos | Criação de materiais visuais com legendas e linguagem acessível | Eliana Drumond de Carvalho Silva, 2026: “Vídeos inclusivos ampliam compreensão e acessibilidade para todos os alunos” |
| Atividades de mindfulness e neuroeducação | Estimulação de atenção plena para regulação emocional e cognitiva | Silvana Nascimento de Carvalho, 2026: “Mindfulness favorece autorregulação emocional e foco na aprendizagem” |
| Plataforma colaborativa de aprendizagem | Espaço digital para trabalhos em grupo inclusivos | Gabriel Nascimento de Carvalho, 2026: “Ambientes colaborativos digitais promovem interação equitativa” |
| Aplicativos de comunicação aumentativa | Ferramentas digitais que apoiam alunos com dificuldades verbais | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “Apps de comunicação aumentam participação e autonomia” |
| Laboratório de prototipagem rápida | Criar soluções educativas de baixo custo | Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira, 2026: “Prototipagem rápida conecta teoria e prática de forma inclusiva” |
| Jogos de percepção espacial | Atividades digitais que estimulam habilidades visuoespaciais | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: “Atividades de percepção espacial fortalecem cognição visual e motora” |

| | | |
|---|---|---|
| Atividades de codificação inclusiva | Ensinar lógica de programação usando suportes visuais e auditivos | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “Codificação inclusiva desenvolve raciocínio lógico em diversos perfis” |
| Laboratório de neurofeedback educativo | Uso de dispositivos que monitoram atenção e engajamento | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: “Neurofeedback permite ajustes pedagógicos em tempo real” |
| Oficina de criação de jogos de tabuleiro adaptados | Produção de jogos físicos e digitais inclusivos | Sygride Nascimento de Carvalho, 2026: “Jogos adaptados incentivam participação de alunos com diferentes habilidades” |
| Produção de quizzes adaptativos | Ferramentas de autoavaliação que ajustam perguntas conforme desempenho | Gladys Nogueira Cabral, 2026: “Quizzes adaptativos promovem feedback imediato e aprendizagem personalizada” |
| Oficinas de design thinking inclusivo | Resolução de problemas considerando diversidade de aprendizes | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: “Design thinking inclusivo fomenta pensamento crítico e colaboração” |
| Produção de histórias digitais interativas | Textos multimídia que incorporam feedback do estudante | Palmyra Couto de Oliveira Neta, 2026: “Histórias digitais desenvolvem criatividade e habilidades de reflexão” |
| Simulações de processos biológicos | Recursos digitais para compreensão de conteúdos complexos | Sandro Garabed Ischkanian, 2026: “Simulações biológicas promovem aprendizado seguro e concreto” |
| Atividades de gamificação aplicada | Introduzir desafios progressivos que aumentam motivação e engajamento | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: “Gamificação aumenta engajamento e reforça o aprendizado contínuo” |
| Criação de tutoriais acessíveis | Produção de vídeos e guias para apoiar aprendizagem autônoma | Eliana Drumond de Carvalho Silva, 2026: “Tutoriais acessíveis favorecem autonomia e inclusão” |
| Laboratório de neurodiversidade | Explorar estratégias pedagógicas específicas para perfis diferentes | Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026: “Laboratórios de neurodiversidade permitem intervenções personalizadas e inclusivas” |
| Oficina de linguagem visual inclusiva | Produzir recursos gráficos que favoreçam a compreensão | Gladys Nogueira Cabral, 2026: “Recursos visuais inclusivos facilitam compreensão de conceitos complexos” |
| Desenvolvimento de plataformas de ensino híbrido | Combinar presencial e digital para maximizar acessibilidade | Regina Daucia de Oliveira Braga, 2026: “Ensino híbrido integra modalidades e amplia oportunidades de aprendizagem” |
| Jogos de resolução de problemas sociais | Atividades que unem tecnologia e competências socioemocionais | Silvana Nascimento de Carvalho, 2026: “Jogos sociais promovem empatia, ética e habilidades colaborativas” |

**Fonte: Autores do artigo, 2026.**

O entrelaçamento entre neurotecnologias, inclusão e aprendizagem personalizada aponta para um futuro educacional caracterizado por equidade, flexibilidade e inovação. Ischkanian et al. (2026) sugerem que integrar ciência, tecnologia e pedagogia é fundamental para superar limitações estruturais e atender a diversidade de perfis de alunos. Essa convergência evidencia o potencial transformador da educação, quando orientada por princípios éticos e científicos.

## 2.1. METODOLOGIA DA PESQUISA PARA DELINEAMENTO DO ARTIGO

A investigação aqui apresentada adota um delineamento qualitativo de caráter interpretativo, orientado para a compreensão de significados e processos nos projetos colaborativos desenvolvidos em espaços maker mediados por tecnologias digitais. A opção metodológica é sustentada epistemologicamente na capacidade da abordagem qualitativa de apreender nuances, sentidos e dinâmicas educacionais complexas, conforme argumentam Silva et al. (2009) e Creswell (2021), permitindo que a análise não se limite à descrição factual, mas incorpore interpretações críticas do contexto educacional contemporâneo. A perspectiva qualitativa se articula à natureza bibliográfica e documental da pesquisa, estabelecendo um diálogo consistente entre textos acadêmicos e relatórios de práticas pedagógicas, de modo a construir um panorama integrado das contribuições teóricas e empíricas disponíveis, como enfatizado por Fávero e Centenaro (2019) no que concerne ao rigor na sistematização de fontes documentais.

A seleção das fontes obedeceu critérios rigorosos de pertinência, atualidade e relevância temática, priorizando publicações indexadas em bases científicas consolidadas, tais como CAPES, Scopus, Web of Science, SciELO, Google Acadêmico e Academia.edu. Narciso e Santana (2025) oferecem suporte teórico para a construção de protocolos de busca que asseguram a consistência metodológica, reforçando a importância de critérios explícitos de inclusão e exclusão das publicações. Foram consideradas apenas pesquisas com contribuições significativas para o entendimento de tecnologias digitais aplicadas a projetos maker colaborativos, descartando trabalhos redundantes, duplicados ou com insuficiência metodológica documentada, garantindo a robustez do corpus e a confiabilidade das análises subsequentes, em consonância com a orientação de Galvão e Ricarte (2019) sobre a sistematização de revisões de literatura.

O procedimento de análise bibliográfica envolveu leitura crítica e interpretativa de cada produção selecionada, seguida de categorização temática detalhada que permitiu a identificação de padrões, convergências e divergências conceituais entre os textos. Morales (2022) e Page et al. (2021) fundamentam o emprego do protocolo PRISMA como guia para

estruturar a revisão sistemática, assegurando transparência nos critérios de rastreabilidade e replicabilidade das fontes. A leitura analítica foi acompanhada de mapeamento das dimensões pedagógicas, epistemológicas e estruturais presentes nas práticas relatadas, promovendo cruzamentos interpretativos que evidenciam tensões, lacunas e potencialidades das tecnologias digitais em ambientes maker, permitindo uma reconstrução narrativa que se distancia da mera transcrição de ideias alheias.

A abordagem documental, conforme descrita por Fávero e Centenaro (2019), permitiu a articulação entre dados empíricos e literaturas secundárias, contribuindo para uma visão ampliada do fenômeno investigado. A análise cruzada entre documentos institucionais, artigos revisados por pares e relatórios de experiências práticas favoreceu a construção de categorias analíticas capazes de evidenciar relações entre recursos tecnológicos, práticas colaborativas e aprendizagem personalizada. Creswell (2021) sustenta que a sistematização dessa abordagem exige registro detalhado de procedimentos investigativos, garantindo consistência e permitindo que o pesquisador assuma uma postura interpretativa dialógica, confrontando evidências com hipóteses e conceitos existentes, evitando qualquer reprodução acrítica das proposições originais.

O rigor metodológico foi complementado pela triangulação de dados bibliográficos e documentais, que conferiu profundidade interpretativa às análises e possibilitou a formulação de conclusões embasadas em múltiplas fontes de evidência. A articulação entre revisão sistemática, análise documental e categorização temática permitiu que os achados fossem avaliados sob perspectivas críticas, considerando tanto a dimensão prática quanto teórica da mediação tecnológica em espaços maker. O posicionamento do pesquisador se caracterizou por constante reflexão sobre as implicações pedagógicas das tecnologias digitais, alinhando-se à abordagem qualitativa defendida por Silva et al. (2009) e Creswell (2021), consolidando um delineamento metodológico que combina rigor, transparência e capacidade interpretativa para o entendimento das potencialidades da aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias digitais.

## 2.2. PERSONALIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM DADOS NEUROCOGNITIVOS

A personalização da aprendizagem baseada em dados neurocognitivos representa uma transformação paradigmática nos processos educativos, pois permite que os sistemas de ensino reconheçam e respondam às variações individuais no processamento cognitivo e emocional de estudantes. Evangelista (2025) evidencia que o monitoramento contínuo das respostas neurais, em contextos pedagógicos mediados por tecnologias digitais, viabiliza intervenções adaptativas

capazes de promover o engajamento e o desenvolvimento de competências específicas. Nesse sentido, a análise neurocognitiva transcende a mera observação comportamental, incorporando dimensões subjetivas da atenção, memória e regulação emocional que influenciam o desempenho acadêmico de maneira sistemática.

A integração de neurotecnologias com metodologias pedagógicas permite que o planejamento educacional se torne sensível a perfis cognitivos distintos, promovendo práticas inclusivas para estudantes neurodivergentes. Braga et al. (2025) destacam que ambientes de aprendizagem estruturados com base em dados neurocognitivos favorecem a construção de trajetórias personalizadas, capazes de respeitar ritmos e estilos de aprendizagem diversos, reduzindo barreiras históricas ao acesso pleno ao conhecimento. A análise desses dados implica compreender padrões de processamento cerebral que informam escolhas pedagógicas precisas e individualizadas.

A coleta de dados neurocognitivos, combinada com plataformas digitais adaptativas, possibilita a identificação de lacunas de aprendizagem e de potencialidades individuais. Mukherjee (2025) argumenta que ferramentas como interfaces cérebro-computador e sensores biométricos permitem mapear respostas a estímulos pedagógicos, permitindo ajustar conteúdos, atividades e recursos de maneira contextualizada. Esse enfoque evidencia a centralidade do aluno como agente de aprendizagem e redefine o papel do docente como mediador capaz de interpretar sinais neurofisiológicos para intervir de forma intencional e eficaz.

O uso de neurotecnologias também sustenta a inclusão de estudantes com necessidades educacionais específicas, oferecendo dados que orientam adaptações curriculares e estratégias de apoio individualizado. Carvalho et al. (2026) demonstram que práticas baseadas em tecnologias assistivas e monitoramento neurocognitivo contribuem para ampliar a participação de alunos com dificuldades de atenção ou processamento sensorial, garantindo equidade nos resultados educacionais. O mapeamento de respostas cognitivas e emocionais constitui, portanto, um recurso epistemicamente relevante para transformar a experiência de aprendizagem.

A implementação de ambientes adaptativos requer análise criteriosa dos dados coletados, combinando interpretação quantitativa e qualitativa para fundamentar decisões pedagógicas. Jiao (2025) enfatiza que a compreensão das respostas neurocognitivas deve se relacionar com fatores contextuais, como interação social, motivação e engajamento em atividades colaborativas, possibilitando uma abordagem sistêmica da aprendizagem. Essa perspectiva reforça a necessidade de formação docente alinhada a princípios neurocientíficos, para que a interpretação dos dados seja ética, precisa e pedagogicamente eficaz.

A personalização da aprendizagem, baseada em indicadores neurocognitivos, proporciona caminhos inovadores para o desenvolvimento de competências socioemocionais e cognitivas simultaneamente. Ferreira et al. (2025) destacam que o acompanhamento contínuo de respostas cerebrais permite identificar momentos ideais para intervenção pedagógica, ajustando demandas cognitivas de acordo com a capacidade de concentração, fadiga e motivação de cada estudante. O conhecimento detalhado dessas dimensões reforça a concepção de uma aprendizagem centrada no indivíduo e em suas potencialidades, ultrapassando modelos homogêneos de ensino.

O cruzamento de dados neurocognitivos com práticas de cultura maker e tecnologia assistiva amplia o alcance da personalização, promovendo engajamento ativo e construção de conhecimentos significativos. Oliveira et al. (2026) destacam que atividades práticas mediadas por tecnologias inclusivas favorecem a aprendizagem experimental, a exploração de soluções criativas e a internalização de conceitos complexos, especialmente em contextos que exigem adaptação para estudantes com diferentes perfis de aprendizagem. A combinação de dados objetivos e experiências concretas fortalece a aprendizagem autorregulada e o protagonismo estudantil.

A avaliação adaptativa, fundamentada em dados neurocognitivos, redefine indicadores de progresso e sucesso acadêmico, indo além da simples mensuração de desempenho em testes padronizados. Ischkanian et al. (2026) afirmam que sistemas inteligentes de feedback, que utilizam informações sobre atenção, engajamento e respostas emocionais, permitem identificar áreas de dificuldade em tempo real e orientar intervenções preventivas. A análise dinâmica desses dados transforma a avaliação em instrumento de aprendizagem, proporcionando respostas educativas imediatas e contextualizadas.

O alinhamento entre neurotecnologias, aprendizagem personalizada e inclusão educacional requer atenção a dimensões éticas, pedagógicas e sociais. Demo et al. (2025) ressaltam que o monitoramento neurocognitivo deve respeitar a privacidade, a autonomia e a diversidade cultural dos estudantes, evitando interpretações deterministas ou reducionistas do comportamento. A consideração desses aspectos fortalece a legitimidade pedagógica da personalização baseada em dados e assegura que a tecnologia amplie oportunidades de aprendizagem sem comprometer direitos fundamentais.

A construção de trajetórias educativas adaptativas fundamenta-se na integração de múltiplos níveis de análise, desde indicadores neurocognitivos até contextos socioemocionais e culturais. Belchior et al. (2025) enfatizam que a interpretação integrada desses dados favorece intervenções pedagógicas mais precisas, sustentadas por evidências empíricas e práticas inclusivas. A sistematização desse conhecimento transforma a compreensão da aprendizagem

em um processo complexo, reflexivo e dinâmico, capaz de responder a necessidades individuais e coletivas simultaneamente.

## 2.3. INTEGRAÇÃO COM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

A convergência entre neurotecnologias e ferramentas assistivas amplia a acessibilidade em A convergência entre neurotecnologias e tecnologias assistivas representa um avanço significativo na promoção de acessibilidade educacional, pois permite que as práticas pedagógicas se ajustem às capacidades cognitivas, sensoriais e motoras dos estudantes. Evangelista (2025) destaca que ferramentas digitais calibradas por dados neurológicos possibilitam intervenções personalizadas que transcendem barreiras físicas ou cognitivas, garantindo participação efetiva em atividades de aprendizagem. A integração desses recursos fortalece uma abordagem inclusiva, orientada por evidências empíricas e centrada no potencial individual de cada aluno.

Softwares de leitura e comunicação aumentativa exemplificam o impacto direto da convergência tecnológica no cotidiano educacional. Vieira et al. (2025) evidenciam que sistemas interativos, adaptados com base em dados neurocognitivos, permitem que estudantes com déficits de atenção ou dificuldades linguísticas acessem conteúdos complexos com maior autonomia. A utilização de informações sobre processamento cerebral para calibrar estímulos pedagógicos revela que a personalização pode ser aplicada tanto à compreensão textual quanto à expressão comunicativa, transformando a dinâmica da sala de aula.

O emprego de realidade virtual imersiva como ferramenta assistiva amplia oportunidades de engajamento sensorial e cognitivo. Cabral et al. (2025) indicam que ambientes virtuais podem ser ajustados para reduzir sobrecargas sensoriais ou proporcionar experiências graduais de aprendizagem, considerando níveis de atenção e respostas emocionais monitoradas por neurotecnologias. Essa convergência permite que estudantes com diferentes necessidades participem de experiências significativas, acessíveis e adaptadas a seus perfis individuais de aprendizagem.

O desenvolvimento de dispositivos de interface cérebro-computador direcionados à educação inclusiva evidencia a complexidade da integração entre neurociência e tecnologia assistiva. Mukherjee (2025) argumenta que a leitura em tempo real da atividade neural possibilita respostas pedagógicas imediatas, como a modulação de tarefas ou a adaptação de recursos digitais. A implementação dessas estratégias exige formação docente especializada, capaz de interpretar sinais neurológicos de forma ética e pedagógica, evitando reducionismos mecanicistas.

A personalização da aprendizagem mediada por tecnologias assistivas sustenta práticas inclusivas que respeitam diversidade neurocognitiva e motora. Carvalho et al. (2026) observam que ajustes finos em softwares, dispositivos táteis ou interfaces adaptativas permitem que cada estudante participe plenamente, promovendo engajamento ativo e construção de significado. A integração entre dados neurocognitivos e recursos assistivos cria oportunidades para redefinir padrões educativos e reduzir desigualdades historicamente presentes no sistema escolar.

A análise de desempenho de estudantes utilizando neurotecnologias e ferramentas assistivas revela padrões de interação que orientam ajustes pedagógicos contínuos. Ischkanian et al. (2026) demonstram que o acompanhamento detalhado de respostas cognitivas e emocionais permite identificar momentos críticos de aprendizagem e ajustar atividades de modo preciso. A convergência tecnológica amplia a capacidade de intervenção personalizada, tornando a educação mais sensível à diversidade funcional e cognitiva.

A utilização de tecnologias de baixo custo associadas a dados neurocognitivos evidencia possibilidades de democratização do acesso à educação inclusiva. Oliveira et al. (2026) ressaltam que dispositivos acessíveis, quando integrados a informações sobre atenção, engajamento e processamento cognitivo, permitem que escolas com recursos limitados promovam experiências de aprendizagem adaptativas e significativas. Essa abordagem articula inovação tecnológica, viabilidade econômica e compromisso com a equidade.

**Figura1: Recurso de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo (TABC)**

**Fonte: Autores do artigo, 2026.**

**Tabela 2: Objetivo, materiais, modo de construção e benefícios pedagógicos de cada recurso de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo (TABC).**

| Recurso Assistivo | Objetivo / Função | Materiais Necessários | Modo de Construção | Benefícios Pedagógicos |
|---|---|---|---|---|
| Engrossador de Lápis e Talheres | Facilitar preensão e autonomia na escrita e alimentação | Espaguete de piscina, mangueiras de borracha, EVA | 1. Corte um pedaço de ~10 cm do espaguete ou mangueira.<br>2. Faça um furo central se não houver.<br>3. Insira lápis, caneta ou cabo de talher no centro | Melhora coordenação motora fina, promove independência e reduz esforço físico ao segurar objetos finos |
| Prancha de Comunicação Alternativa | Permitir expressão de necessidades básicas e interação social para alunos não-verbais ou com dificuldades na fala | Papelão resistente ou bandeja de plástico, velcro, imagens impressas ou desenhos, papel contact | 1. Corte quadrados de papelão e cole figuras representando ações (beber água, ir ao banheiro, etc.).<br>2. Plastifique as imagens com fita adesiva larga ou contact.<br>3. Cole velcro na base e atrás das fichas para permitir troca e manipulação | Reduz frustração, estimula comunicação e interação social, fortalece autonomia comunicativa |
| Plano Inclinado de Papelão | Melhorar postura cervical e ângulo visual durante leitura e escrita | Caixa de papelão resistente, fita larga, estilete, clip grande | 1. Corte as laterais da caixa em triângulos retângulos para formar rampa.<br>2. Ajuste inclinação superior entre 15° e 20°.<br>3. Cole clip grande no topo para segurar folhas | Otimiza ergonomia, diminui fadiga cervical, facilita visualização de textos e atividades, auxilia crianças com baixa visão ou controle de tronco reduzido |

**Fonte: Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026.**

A utilização de tecnologias assistivas de baixo custo configura uma estratégia pedagógica de grande relevância no contexto da educação inclusiva, pois permite que barreiras físicas, cognitivas e sensoriais sejam significativamente reduzidas. Ferramentas como o

engrossador de lápis e talheres exemplificam intervenções simples que promovem autonomia motora, apoiando o desenvolvimento da coordenação fina necessária para tarefas acadêmicas e de vida diária (Ischkanian, 2021). Quando implementadas com consistência, essas intervenções favorecem a independência do estudante, proporcionando experiências de aprendizagem mais autônomas e reduzindo a dependência de assistência direta, o que contribui para o fortalecimento da autoestima e engajamento educacional (Ischkanian; Cabral, 2022).

A prancha de comunicação alternativa, por sua vez, evidencia como recursos acessíveis podem sustentar a expressão e a interação social de alunos não-verbais ou com limitações na fala, criando oportunidades concretas de participação em atividades coletivas (Ischkanian et al., 2025). A elaboração das pranchas com velcro, figuras e plastificação oferece um sistema manipulável, que permite ao estudante exercer escolhas comunicativas de maneira imediata e tangível, fortalecendo o vínculo entre intenção e ação comunicativa (Ischkanian; Cabral, 2022). Tal recurso não apenas reduz frustração e comportamentos de evasão, mas também atua como mediador das interações sociais e do aprendizado de normas de convívio, sendo uma ferramenta potente para professores no acompanhamento do desenvolvimento comunicativo.

O plano inclinado de papelão demonstra que ajustes ergonômicos simples têm impacto direto no desempenho acadêmico, especialmente para crianças com baixa visão ou dificuldade de controle postural (Ischkanian et al., 2026). Ao alterar o ângulo de leitura e escrita, este recurso contribui para uma postura cervical adequada, diminuindo a fadiga física e melhorando a atenção durante atividades prolongadas (Ischkanian; Cabral, 2022). A personalização desses recursos, incluindo a escolha de cores, texturas ou decoração, promove um sentido de pertencimento e engajamento, incentivando a apropriação da tecnologia assistiva como um instrumento próprio de aprendizagem. Essas intervenções reforçam a importância da criatividade e da adaptabilidade na construção de ambientes educativos inclusivos, alinhando princípios pedagógicos à prática cotidiana de professores e familiares.

A convergência de tecnologias assistivas e neurotecnologia também facilita a inclusão de estudantes com múltiplas deficiências, oferecendo soluções híbridas para acesso e participação. Silva et al. (2026) destacam que ambientes digitais configuráveis, quando calibrados por dados cognitivos, podem ser ajustados para atender simultaneamente a necessidades sensoriais, motoras e linguísticas. A prática pedagógica torna-se, mais inclusiva, integrando múltiplas dimensões do desenvolvimento humano.

## 2.4. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO CONTÍNUA DO PROGRESSO

O monitoramento contínuo do progresso escolar tornou-se um eixo central na educação contemporânea, especialmente com a introdução de neurotecnologias que permitem a coleta de dados comportamentais e cognitivos em tempo real (Ischkanian et al., 2026). Essas tecnologias oferecem uma visão precisa do engajamento e da atenção dos estudantes, permitindo aos docentes ajustar suas estratégias de ensino com base em evidências objetivas. Ao transformar a sala de aula em um ambiente de coleta de dados contínua, torna-se possível identificar padrões de aprendizagem que permaneceriam invisíveis, favorecendo intervenções pedagógicas direcionadas.

A análise detalhada de informações neurocognitivas permite compreender como diferentes estímulos pedagógicos afetam a atenção e o processamento de informações de cada aluno (Ischkanian et al., 2026). Estudos indicam que a combinação de sensores comportamentais, softwares de análise de desempenho e interfaces de feedback imediato possibilita que professores antecipem dificuldades e intervenham antes que lacunas de aprendizado se consolidem. Este acompanhamento em tempo real é particularmente relevante para alunos com necessidades educacionais especiais, cuja progressão exige ajustes finos e contínuos.

O uso de tecnologias digitais integradas à neuroeducação favorece o acompanhamento longitudinal, permitindo que a evolução cognitiva seja registrada ao longo de meses ou anos (Ischkanian et al., 2026). Essa perspectiva longitudinal não apenas documenta a trajetória de cada estudante, mas também fornece dados agregados que podem informar políticas educacionais e estratégias de formação docente. O registro de dados detalhados cria uma base robusta para avaliações formativas, fortalecendo a cultura de evidência científica aplicada à prática pedagógica.

Ao introduzir sistemas de avaliação adaptativa, é possível calibrar tarefas de aprendizagem de acordo com a capacidade individual de cada estudante (Ischkanian et al., 2026). Ferramentas de inteligência artificial aplicadas à educação permitem ajustar o grau de dificuldade de exercícios, monitorando respostas e tempo de execução, promovendo a personalização de experiências de ensino. Tal abordagem amplia as oportunidades de aprendizado equitativo, garantindo que alunos mais avançados continuem desafiados enquanto aqueles que necessitam de suporte adicional recebem intervenções calibradas.

A convergência entre neurotecnologias e pedagogia inclusiva evidencia que a avaliação contínua não se limita à aferição de notas, mas se estende à compreensão integral do desenvolvimento do aluno (Ischkanian et al., 2026). Ferramentas de rastreamento de atenção, engajamento e esforço mental oferecem informações valiosas sobre motivação e estratégias

cognitivas, permitindo que os docentes adaptem o ambiente e o ritmo das atividades. Este nível de detalhamento favorece decisões pedagógicas mais informadas e éticas, promovendo equidade na aprendizagem.

Além de atender necessidades individuais, o monitoramento contínuo possibilita a construção de portfólios dinâmicos, nos quais evidências de aprendizagem são registradas, analisadas e discutidas com o estudante (Ischkanian et al., 2021). Esta prática fortalece a autorreflexão, incentivando a compreensão do próprio processo de aprendizagem e a identificação de estratégias mais eficazes para cada situação. O portfólio digital, aliado a métricas de engajamento e atenção, transforma a avaliação em um processo formativo contínuo e transparente.

A implementação dessas tecnologias exige formação docente especializada, centrada em competências para interpretar dados neuroeducacionais e traduzir informações técnicas em decisões pedagógicas concretas (Ischkanian et al., 2025). Pesquisas apontam que a capacitação docente em análise de dados cognitivos é determinante para o sucesso da intervenção educativa, pois professores não preparados podem subutilizar as ferramentas disponíveis ou interpretar incorretamente os indicadores de aprendizado. Esta dimensão evidencia a necessidade de integração entre tecnologia e desenvolvimento profissional contínuo.

Estudos recentes mostram que o monitoramento contínuo favorece a detecção precoce de dificuldades de aprendizagem e distúrbios cognitivos (Ischkanian et al., 2025). Sistemas de neurofeedback e softwares de rastreamento de atenção permitem identificar padrões atípicos de engajamento antes que eles comprometam o progresso acadêmico, possibilitando intervenções preventivas. Esta abordagem preventiva se distingue da prática tradicional, que frequentemente só reconhece dificuldades após resultados insatisfatórios em avaliações pontuais.

O acompanhamento adaptativo promove também o fortalecimento de habilidades socioemocionais, pois o registro de comportamentos e interações em tempo real permite compreender respostas emocionais às tarefas pedagógicas (Ischkanian et al., 2025). Tecnologias de monitoramento podem detectar sinais de frustração, desmotivação ou ansiedade, permitindo que docentes ajustem desafios e ofereçam suporte emocional adequado. Este componente socioemocional amplia o conceito de avaliação, tornando-o multidimensional.

A integração de neurotecnologias ao currículo contribui para que a aprendizagem se torne mais autônoma e autorregulada, uma vez que o estudante recebe feedback contínuo sobre seu desempenho (Ischkanian et al., 2026). Sistemas que apresentam indicadores de progresso individual estimulam o planejamento e a organização do próprio estudo, fortalecendo competências metacognitivas e promovendo a responsabilidade pelo próprio aprendizado. Esta

autonomia é especialmente significativa para estudantes com transtornos de atenção ou dificuldades de aprendizagem.

O uso de dados objetivos provenientes de tecnologias assistivas e neuroeducacionais permite repensar o conceito tradicional de avaliação, deslocando o foco de resultados quantitativos para processos de aprendizagem (Ischkanian et al., 2022). A análise contínua do engajamento, atenção e desempenho cognitivo possibilita a construção de indicadores formativos, que guiam a intervenção pedagógica sem depender exclusivamente de testes padronizados. Este deslocamento representa uma transformação epistemológica na prática educativa.

Ferramentas de realidade virtual e simulações imersivas apresentam potencial de integração com sistemas de monitoramento contínuo, oferecendo ambientes controlados para avaliação de habilidades complexas (Ischkanian et al., 2026). Estes ambientes permitem que docentes observem respostas cognitivas e motoras de maneira não invasiva, registrando comportamentos que dificilmente seriam captados em avaliações tradicionais. A combinação de imersão tecnológica com dados de performance amplia as possibilidades de avaliação personalizada.

O acompanhamento de padrões de atenção, esforço cognitivo e interação social possibilita a construção de mapas de aprendizagem individuais (Ischkanian et al., 2026). Estes mapas funcionam como indicadores visuais que orientam a intervenção pedagógica e a alocação de recursos de apoio, como tutoria especializada ou tecnologias assistivas adicionais. Ao integrar dados cognitivos e comportamentais, torna-se possível antecipar lacunas e planejar atividades que favoreçam a inclusão efetiva.

A avaliação contínua cria uma cultura de feedback permanente, tanto para estudantes quanto para docentes (Ischkanian et al., 2025). Este ciclo de observação, análise e ajuste transforma a sala de aula em um laboratório vivo, onde estratégias pedagógicas são constantemente refinadas com base em evidências empíricas. Este modelo promove uma visão holística do ensino, alinhando objetivos acadêmicos e desenvolvimento socioemocional de maneira equilibrada.

O registro sistemático do engajamento em tarefas permite identificar quais estratégias pedagógicas estimulam maior atenção e retenção de conteúdo (Ischkanian et al., 2025). Informações provenientes de sensores comportamentais e plataformas digitais revelam momentos críticos de desatenção, possibilitando ajustes imediatos, como alteração de recursos, pausas estratégicas ou reorganização de atividades. Este processo promove o alinhamento entre ritmo de aprendizagem e metodologia utilizada.

O uso de tecnologias emergentes na avaliação contínua possibilita a integração entre aprendizagem presencial e remota, ampliando a coleta de dados e possibilitando intervenções híbridas (Ischkanian et al., 2025). Sistemas de ensino híbrido conectados a plataformas digitais permitem que docentes acompanhem desempenho e engajamento de estudantes à distância, oferecendo suporte adaptativo mesmo fora do ambiente escolar físico. Esta integração expande a cobertura da intervenção pedagógica.

A avaliação formativa baseada em dados objetivos fortalece práticas inclusivas, garantindo que estudantes com diferentes necessidades recebam suporte ajustado às suas características individuais (Ischkanian et al., 2026). Tecnologias que registram padrões de atenção e engajamento fornecem subsídios para planejar atividades diferenciadas, respeitando ritmos cognitivos distintos e promovendo equidade no acesso ao conhecimento. Este enfoque torna a avaliação uma ferramenta de justiça pedagógica.

Ao documentar interações e respostas cognitivas, docentes podem articular estratégias multidisciplinares, integrando psicopedagogia, neurociência e tecnologia educativa (Ischkanian et al., 2025). A análise de dados permite identificar tendências comportamentais e cognitivas, favorecendo a criação de planos de intervenção que considerem aspectos emocionais, sociais e acadêmicos simultaneamente. Esta abordagem evidencia que a avaliação contínua é uma prática integrativa.

A aplicação de tecnologias de monitoramento contínuo fortalece a investigação pedagógica, fornecendo dados empíricos para pesquisas sobre aprendizagem e engajamento (Ischkanian et al., 2025). Pesquisadores podem comparar métodos de ensino, testar hipóteses de intervenção e analisar efeitos de diferentes estratégias pedagógicas com base em evidências concretas. Este caráter investigativo transforma a prática escolar em um espaço de experimentação e construção de conhecimento.

O uso sistemático de dados de engajamento e atenção favorece a criação de relatórios personalizados para famílias, permitindo acompanhamento próximo do progresso (Ischkanian et al., 2026). Este recurso fortalece a parceria entre escola e família, tornando a aprendizagem mais transparente e colaborativa. Pais e responsáveis passam a ter uma compreensão aprofundada do processo educacional, podendo apoiar intervenções pedagógicas de maneira informada.

O acompanhamento contínuo viabiliza a integração de avaliações qualitativas e quantitativas, permitindo análises mais precisas e completas do desenvolvimento do estudante (Ischkanian et al., 2022). Observações comportamentais, registros de desempenho cognitivo e feedbacks imediatos geram uma base de dados robusta que sustenta decisões pedagógicas

fundamentadas. Este modelo promove a construção de conhecimento pedagógico orientado por evidências.

A análise contínua de métricas de engajamento revela padrões de aprendizagem individualizados, possibilitando o planejamento de estratégias pedagógicas mais eficazes (Ischkanian et al., 2026). A identificação de momentos de maior concentração, esforços cognitivos e respostas emocionais permite que docentes ajustem intensidade, ritmo e complexidade das atividades. Esta abordagem reforça o papel do docente como mediador do processo educativo, informado por dados objetivos.

O uso de tecnologias de acompanhamento contínuo contribui para a democratização da aprendizagem, oferecendo a todos os estudantes oportunidades equitativas de acesso a suporte especializado (Ischkanian et al., 2025). Ao fornecer intervenções calibradas e ajustes pedagógicos precisos, estas tecnologias reduzem disparidades educacionais e promovem ambientes de aprendizado mais inclusivos, respeitando diferenças individuais.

A coleta de dados estruturada possibilita a análise de tendências em turmas, disciplinas e contextos educativos distintos, oferecendo subsídios para gestão escolar baseada em evidências (Ischkanian et al., 2026). A seguir a autora destaca cinqüenta indicadores de engajamento e desempenho permitem identificar práticas eficazes, replicáveis em diferentes contextos, favorecendo inovação pedagógica e melhoria contínua das estratégias de ensino.

**ATIVIDADES DE INTRODUÇÃO ÀS NEUROTECNOLOGIAS**

1. **Pesquisar e apresentar os conceitos básicos de neurotecnologia.**
2. **Criar um infográfico sobre como o cérebro processa informações.**
3. **Elaborar um glossário de termos: neuroplasticidade, neurofeedback, interfaces cérebro-computador.**
4. **Assistir a um vídeo sobre neurociência aplicada à educação e discutir em grupos.**
5. **Comparar tecnologias assistivas antigas e atuais, destacando avanços neurotecnológicos.**

**EXPERIMENTOS E OBSERVAÇÕES**

6. **Medir atenção usando aplicativos de rastreamento de foco em atividades de estudo.**
7. **Registrar reações emocionais ao realizar jogos digitais e analisar padrões de comportamento.**
8. **Utilizar um medidor de batimentos cardíacos durante tarefas cognitivas e discutir**

os resultados.

9. **Simular uma atividade de neurofeedback em sala de aula usando sensores simples.**
10. **Observar o impacto da música na concentração e memória, registrando resultados.**

## PROJETOS CRIATIVOS

11. **Desenvolver um protótipo de dispositivo assistivo para estudantes com dificuldades de aprendizagem.**
12. **Criar um jogo digital que estimule atenção e memória usando conceitos de neuroeducação.**
13. **Produzir um vídeo explicativo sobre como a neurotecnologia ajuda no aprendizado.**
14. **Construir maquetes do cérebro e destacar áreas ligadas à aprendizagem.**
15. **Projetar um plano de aula adaptado com tecnologias de monitoramento de atenção.**

## INTERDISCIPLINARIDADE

16. **Integrar matemática e neurotecnologia: analisar gráficos de atenção ou frequência cardíaca.**
17. **Relacionar física e neurotecnologia: estudar sensores e circuitos utilizados em dispositivos neurotecnológicos.**
18. **Explorar linguística e neurotecnologia: registrar padrões de leitura e compreensão textual.**
19. **Estudar química do cérebro: neurotransmissores e seu impacto na aprendizagem.**
20. **Relacionar biologia e tecnologia: observar como o cérebro responde a estímulos diferentes.**

## ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO

21. **Criar um diário de atenção e engajamento para atividades escolares.**
22. **Avaliar eficácia de aplicativos de memorização usando dados de desempenho.**
23. **Monitorar postura e concentração usando recursos de realidade aumentada.**
24. **Analisar desempenho em tarefas cognitivas antes e depois do uso de tecnologias**

digitais.

25. **Comparar respostas de diferentes alunos a estímulos visuais e auditivos.**

## NEUROTECNOLOGIA E INCLUSÃO

26. **Desenvolver materiais educativos adaptativos para alunos com necessidades especiais.**
27. **Explorar aplicativos de leitura assistida e discutir resultados de aprendizagem.**
28. **Criar recursos visuais e auditivos personalizados para apoio ao aprendizado.**
29. **Simular interação com crianças autistas usando jogos estruturados.**
30. **Produzir uma campanha escolar sobre acessibilidade tecnológica e inclusão.**

## JOGOS E DINÂMICAS LÚDICAS

31. **Criar jogos de memória baseados em neuroplasticidade.**
32. **Montar um "quebra-cabeça cerebral" para representar conexões neuronais.**
33. **Realizar desafios de atenção e concentração em duplas ou grupos.**
34. **Desenvolver um "labirinto cognitivo" para estimular tomada de decisão.**
35. **Aplicar dinâmicas de reconhecimento de emoções usando expressões faciais.**

## PESQUISA E PRODUÇÃO ACADÊMICA

36. **Elaborar um artigo sobre o impacto das neurotecnologias na aprendizagem.**
37. **Realizar uma revisão bibliográfica sobre neurofeedback em escolas.**
38. **Comparar métodos tradicionais e neurotecnológicos de ensino em estudo de caso.**
39. **Pesquisar neurotecnologias usadas em países de referência e apresentar comparações.**
40. **Criar um relatório sobre o impacto da tecnologia na concentração de estudantes.**

## ATIVIDADES DIGITAIS E PROGRAMAÇÃO

41. **Programar aplicativos simples de atenção ou memória usando Scratch ou Blockly.**
42. **Criar simulações de exercícios cognitivos em plataformas digitais.**

| |
|---|
| **43. Produzir animações que representem sinapses e conexões neuronais.** |
| **44. Desenvolver quizzes interativos sobre neurociência aplicada à educação.** |
| **45. Usar softwares de gamificação para medir engajamento em tarefas escolares.** |
| **REFLEXÃO E DEBATE** |
| **46. Organizar debates sobre ética e privacidade em neurotecnologias.** |
| **47. Discutir impactos da inteligência artificial e neurotecnologia no futuro da educação.** |
| **48. Refletir sobre benefícios e riscos do monitoramento contínuo em escolas.** |
| **49. Elaborar um ensaio crítico sobre personalização do ensino com dados neurotecnológicos.** |
| **50. Criar uma proposta de política escolar para implementação ética de tecnologias educacionais.** |

A integração entre monitoramento contínuo, neuroeducação e tecnologias digitais redefine o conceito de avaliação, tornando-a dinâmica, formativa e centrada no estudante (Ischkanian et al., 2026). Esta perspectiva amplia o potencial inclusivo da escola, ao fornecer ferramentas para compreensão profunda do aprendizado, antecipação de dificuldades e intervenção precisa. A avaliação deixa de ser apenas uma medição de resultados e passa a se tornar instrumento estratégico para o desenvolvimento integral do estudante.

## 2.5. PROMOÇÃO DA INCLUSÃO NEURODIVERSA

A promoção da inclusão neurodiversa na educação contemporânea constitui um campo de investigação que combina elementos de neurociência, tecnologia educativa e práticas pedagógicas diferenciadas. Estudos recentes evidenciam que as neurotecnologias oferecem ferramentas para compreender melhor o funcionamento cerebral, possibilitando intervenções que considerem variações cognitivas e comportamentais (Jiao et al., 2025). Essa abordagem redefine o papel do educador ao situar o ensino dentro de uma perspectiva centrada nas capacidades individuais e nas potencialidades de cada aluno, criando ambientes de aprendizagem mais responsivos.

A atenção e a memória são processos centrais na aprendizagem, frequentemente alterados em condições como TDAH, dislexia e Transtorno do Espectro Autista (Ischkanian et al., 2022). Neurotecnologias aplicadas em contextos escolares permitem a coleta de dados

objetivos sobre esses processos, facilitando a personalização do ensino. A compreensão das diferenças cognitivas não se limita a diagnósticos clínicos, mas se estende à construção de estratégias pedagógicas que potencializem o desenvolvimento integral do estudante.

O desenvolvimento de softwares de monitoramento cognitivo e plataformas de aprendizado adaptativo tem mostrado eficácia na promoção da inclusão neurodiversa (Mukherjee, 2025). Esses recursos podem ajustar a complexidade de tarefas de acordo com a resposta de cada aluno, evitando frustrações e promovendo engajamento. Ao integrar ciência e tecnologia, as práticas educacionais ampliam suas possibilidades, transformando a diversidade cerebral em um componente ativo do currículo.

Pesquisas em neuropsicopedagogia demonstram que a observação detalhada de padrões de atenção e engajamento pode orientar a criação de atividades diferenciadas (Belchior et al., 2025). Quando o professor possui dados claros sobre como cada estudante processa informações, torna-se possível planejar intervenções mais precisas, adaptando materiais e estratégias. Essa abordagem evidencia que o conhecimento do funcionamento cerebral é um instrumento de inclusão efetiva.

O uso de recursos digitais imersivos, como realidade virtual e ambientes gamificados, tem potencializado a aprendizagem de estudantes com dificuldades cognitivas (Moraes et al., 2026). Tais tecnologias permitem simular situações complexas em contextos controlados, promovendo experimentação e erro seguro. A experiência sensorial ampliada favorece a retenção de informações e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, evidenciando a interdependência entre cognição e ambiente educacional.

A construção de materiais pedagógicos recicláveis e personalizados contribui para práticas inclusivas e sustentáveis (Belchior et al., 2025). Ao considerar diferentes estilos de aprendizagem, esses recursos valorizam a criatividade do estudante e promovem engajamento ativo. A integração de princípios de neurociência e educação inclusiva na concepção de materiais fortalece o conceito de aprendizagem significativa, alinhando objetivos curriculares com necessidades individuais.

Estudos sobre alfabetização revelam que a maturidade cerebral influencia diretamente a aquisição de habilidades de leitura e escrita (Demo et al., 2025). Estratégias pedagógicas apoiadas em neurotecnologias podem identificar dificuldades precocemente, permitindo intervenções específicas e monitoramento contínuo. Essa abordagem proativa contribui para reduzir desigualdades educacionais, promovendo desenvolvimento cognitivo pleno.

A análise de dados provenientes de neurotecnologias auxilia na compreensão da diversidade funcional em sala de aula (Ischkanian et al., 2022). Informações sobre padrões de atenção, memória e processamento sensorial oferecem subsídios para ajustes curriculares e

metodológicos. Ao utilizar evidências objetivas, o professor pode redefinir práticas pedagógicas, aumentando a eficácia do ensino para estudantes neurodiversos.

O lúdico emerge como elemento central na promoção da aprendizagem inclusiva (Ischkanian et al., 2024). Jogos, brinquedos e brincadeiras estruturadas estimulam funções cognitivas e sociais, ao mesmo tempo que fortalecem vínculos afetivos. Essa dimensão relacional reforça que a inclusão não se limita ao acesso físico ao ensino, mas envolve participação ativa e engajamento emocional.

A cultura maker e tecnologias de baixo custo oferecem soluções inovadoras para educação inclusiva (Ischkanian et al., 2026). Laboratórios de experimentação e atividades práticas estimulam pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas. Ao integrar neurotecnologias, os estudantes exploram suas habilidades de forma tangível, permitindo autoavaliação e reconhecimento das próprias capacidades.

A integração de inteligência artificial no ensino adaptativo permite respostas personalizadas às necessidades de alunos com perfis cognitivos distintos (Ischkanian et al., 2026). Sistemas capazes de ajustar exercícios, fornecer feedback imediato e mapear progressos tornam a aprendizagem mais equitativa. A tecnologia não substitui o professor, mas amplifica sua capacidade de oferecer experiências educativas diferenciadas.

Programas de monitoramento da atenção e do engajamento cognitivo contribuem para reduzir barreiras de aprendizagem em contextos escolares (Evangelista, 2025). Ao identificar momentos de sobrecarga ou distração, os educadores podem reorganizar atividades e oferecer pausas estratégicas. Esse manejo consciente do tempo e das demandas cognitivas promove uma experiência educacional mais inclusiva e eficiente.

A adaptação de recursos e metodologias no Desenho Universal para a Aprendizagem demonstra que flexibilidade curricular favorece todos os estudantes, não apenas aqueles com necessidades específicas (Carvalho et al., 2026). O planejamento pedagógico que considera múltiplas formas de expressão, representação e engajamento contribui para reduzir desigualdades. A diversidade de estratégias promove equidade e reconhece singularidades cognitivas.

O uso de tecnologias assistivas simples, como pranchas estruturadas, amplia a participação de alunos com dificuldades motoras ou comunicativas (Ischkanian, 2021). Esses dispositivos permitem que estudantes realizem atividades com autonomia, fortalecendo autoestima e competência funcional. A implementação prática de soluções acessíveis evidencia que inovação tecnológica não depende de alto custo, mas de criatividade aplicada.

A interdisciplinaridade se apresenta como eixo fundamental no trabalho com estudantes neurodiversos (Carvalho et al., 2026). A integração de conceitos de psicologia,

pedagogia e neurociência proporciona compreensão mais completa das necessidades individuais. Estratégias contextualizadas permitem que conteúdos acadêmicos se conectem à realidade dos estudantes, favorecendo aprendizagem significativa e transferência de conhecimento.

As interações sociais mediadas por brincadeiras estruturadas impactam positivamente o desenvolvimento comunicativo de crianças autistas (Silva et al., 2025). Momentos lúdicos possibilitam práticas de linguagem, negociação e resolução de conflitos, promovendo inclusão relacional. O acompanhamento sistemático dessas atividades fornece dados para ajuste contínuo das estratégias pedagógicas.

A avaliação sensível, centrada na escuta das crianças, revela dimensões cognitivas e socioemocionais que permanecem ocultas em avaliações tradicionais (Silva et al., 2026). Técnicas de observação, registros qualitativos e feedback individualizado permitem que educadores adaptem intervenções. A valorização da singularidade de cada estudante fortalece princípios de equidade e inclusão.

O desenvolvimento de materiais multimídia adaptativos amplia a acessibilidade da aprendizagem (Silva et al., 2026). Recursos digitais interativos permitem que alunos com diferentes estilos cognitivos explorem conteúdos de forma autônoma. A criação de interfaces flexíveis respeita diferenças de ritmo, atenção e memória, evidenciando a convergência entre tecnologia e pedagogia inclusiva.

A utilização de realidade virtual no ensino de línguas demonstra eficácia na retenção de informações e engajamento emocional (Cabral, 2024). Cenários imersivos estimulam memória episódica e aprendizado contextualizado, promovendo experiências de aprendizado únicas. A aplicação de neurotecnologia nesse contexto reforça o potencial transformador da inovação na educação.

O planejamento educacional baseado em evidências cognitivas favorece estratégias de engajamento e retenção de conhecimento (Braga et al., 2025). O acompanhamento contínuo de desempenho permite ajustes dinâmicos, respeitando necessidades individuais. Essa perspectiva destaca que o conhecimento científico sobre o cérebro deve orientar práticas pedagógicas inclusivas.

A alfabetização mediada por neurotecnologias evidencia que intervenções precoces podem reduzir impactos de atrasos no desenvolvimento cognitivo (Ferreira et al., 2025). Programas estruturados, com monitoramento de progresso e atividades ajustadas, proporcionam ganhos significativos em leitura e escrita. A articulação entre teoria e prática demonstra que ciência e pedagogia são complementares na promoção da inclusão.

A formação docente em tecnologias digitais é essencial para o sucesso das práticas inclusivas (Ischkanian et al., 2025). Professores capacitados compreendem como integrar ferramentas digitais em processos pedagógicos, promovendo autonomia e engajamento. O desenvolvimento contínuo de competências técnicas e didáticas garante que a tecnologia seja instrumento de inclusão, não barreira.

As práticas educativas baseadas em neurociência e tecnologia reforçam a centralidade do estudante no processo de aprendizagem (Ischkanian et al., 2022). O reconhecimento da diversidade cognitiva transforma a concepção de ensino, tornando-o mais adaptável, participativo e equitativo. Políticas educacionais devem considerar esses elementos para construir sistemas que respondam às necessidades reais da população estudantil.

O engajamento lúdico, aliado a recursos tecnológicos, fortalece conexões sociais e cognitivas em ambientes escolares (Ischkanian et al., 2017). Atividades que envolvem interação e experimentação ampliam habilidades comunicativas e colaborativas. A aprendizagem deixa de ser isolada e assume dimensão coletiva, valorizando a diferença como componente do desenvolvimento humano.

A personalização do ensino mediante inteligência artificial permite respostas em tempo real às dificuldades de aprendizagem (Ischkanian et al., 2026). Sistemas adaptativos identificam padrões de comportamento e ajustam o conteúdo de acordo com a necessidade de cada estudante. A prática evidencia que tecnologia e neurociência podem trabalhar de forma sinérgica para promover inclusão efetiva.

O desenvolvimento de cultura maker e inovação pedagógica contribui para a equidade educacional (Oliveira et al., 2026). Espaços de experimentação incentivam criatividade, solução de problemas e participação ativa, respeitando diferentes formas de aprender. A inclusão neurodiversa é fortalecida quando a escola se torna laboratório de experiências, reconhecendo diversidade como riqueza.

A análise crítica de dados educacionais gerados por tecnologias digitais permite intervenções mais precisas (Vieira et al., 2026). Com base em métricas de engajamento, desempenho e interação, professores podem identificar obstáculos e propor estratégias diferenciadas. A prática orientada por evidências promove decisões pedagógicas fundamentadas, ampliando a eficácia da inclusão.

A implementação de estratégias pedagógicas baseadas em neurotecnologias evidencia impactos positivos na redução de barreiras de aprendizagem e estigmas associados à diferença (Evangelista, 2025). Ao integrar conhecimento científico, inovação tecnológica e sensibilidade pedagógica, escolas podem construir ambientes inclusivos, equitativos e estimulantes. A

promoção da diversidade cognitiva torna-se eixo central de políticas e práticas educacionais contemporâneas.

### 2.6. NEUROTECNOLOGIAS E OS DESAFIOS ÉTICOS E DE PRIVACIDADE

O advento das neurotecnologias no contexto educacional impõe um campo complexo de discussões éticas e jurídicas. Estudos recentes demonstram que a coleta de dados cerebrais pode revelar informações sensíveis sobre estados emocionais, padrões cognitivos e predisposições comportamentais dos alunos (Jiao, 2025). Tal dimensão exige que políticas de privacidade sejam rigorosas, promovendo um equilíbrio entre inovação pedagógica e proteção de direitos individuais.

A manipulação de sinais neurais para adaptar métodos de ensino suscita questionamentos sobre consentimento informado e autonomia do estudante. Pesquisas apontam que, sem protocolos claros, há risco de exploração de dados cerebrais para fins comerciais ou de monitoramento indevido (Ischkanian et al., 2025). Isso reforça a necessidade de regulamentações transparentes que estabeleçam limites éticos para o uso dessas tecnologias.

As implicações sociais da neuroeducação se entrelaçam com a inclusão de estudantes neurodivergentes. Mukherjee (2025) destaca que sistemas de aprendizado personalizados podem favorecer a equidade, desde que os algoritmos respeitem diferenças cognitivas sem reforçar estigmas ou discriminações. A ausência de tais mecanismos pode consolidar desigualdades já existentes no sistema educacional.

O debate ético não se restringe à coleta de dados, mas envolve também a interpretação e utilização dessas informações. Conforme Moraes et al. (2026), dados neurais podem ser mal interpretados quando retirados de contextos pedagógicos amplos, gerando decisões equivocadas sobre habilidades e desempenho do aluno. O treinamento docente em leitura crítica desses dados é fundamental para prevenir erros de avaliação.

O consentimento informado em ambientes escolares assume uma complexidade particular, pois envolve menores de idade e múltiplos responsáveis legais. Silva et al. (2026) enfatizam que mecanismos tradicionais de autorização muitas vezes não captam plenamente a compreensão do aluno sobre a coleta e uso de seus dados, exigindo estratégias educativas específicas para esclarecer riscos e benefícios.

Neurotecnologias emergentes, como interfaces cérebro-computador, ampliam o potencial de personalização da aprendizagem, mas também elevam a vulnerabilidade da privacidade individual. Evangelista (2025) observa que a intrusão em processos cognitivos internos pode ser percebida como invasiva, gerando tensão entre inovação pedagógica e direito à intimidade mental.

A proteção de dados educacionais deve ser pensada de forma proativa, incorporando princípios de design ético desde a concepção de ferramentas digitais. Cabral et al. (2025) ressaltam que a arquitetura tecnológica pode determinar o nível de segurança e anonimização, impactando diretamente a confiança de alunos, famílias e educadores.

A implementação de neurotecnologias exige capacitação docente diferenciada. Ischkanian et al. (2025) afirmam que professores não preparados para interpretar sinais neurais ou aplicar protocolos de ética digital podem inadvertidamente violar direitos dos estudantes, comprometendo a efetividade e legitimidade das práticas pedagógicas.

O monitoramento contínuo de estados cognitivos levanta questões sobre vigilância educacional e autonomia. Jiao (2025) argumenta que a dependência excessiva de dados neurológicos pode transformar salas de aula em ambientes de controle, em detrimento de processos criativos e autônomos de aprendizagem.

Há implicações legais complexas no uso de neurotecnologias. Conforme Narciso e Santana (2025), marcos regulatórios ainda são incipientes, tornando a responsabilidade civil e ética de escolas e desenvolvedores de software uma questão nebulosa que precisa ser clarificada antes da adoção ampla dessas ferramentas.

A integração de neurotecnologias e metodologias ativas pode transformar a educação inclusiva, mas exige salvaguardas rigorosas. Moraes et al. (2026) mostram que a personalização baseada em dados neurais deve ser acompanhada de protocolos de transparência, evitando que decisões automatizadas prejudiquem o desenvolvimento integral do aluno.

O caráter experimental de algumas tecnologias cognitivas demanda avaliação constante de riscos e impactos. Fávero e Centenaro (2019) sugerem que estudos longitudinais podem mapear efeitos não previstos, permitindo ajustes éticos antes que práticas potencialmente invasivas sejam institucionalizadas.

Questões de equidade emergem quando consideramos a acessibilidade de tecnologias avançadas. Mukherjee (2025) ressalta que a implementação desigual de neurotecnologias pode ampliar a brecha entre alunos de diferentes contextos socioeconômicos, transformando uma promessa inclusiva em fator de exclusão.

O uso de dados neurológicos no ensino deve ser mediado por princípios de justiça pedagógica. Batista et al. (2025) destacam que políticas institucionais precisam assegurar que adaptações cognitivas personalizadas não privilegiem certos perfis de alunos em detrimento de outros, preservando pluralidade e diversidade.

A ética da coleta de informações cerebrais envolve debates sobre propriedade e titularidade de dados. Evangelista (2025) evidencia que alunos e famílias devem ter controle

sobre quais informações são armazenadas e como são utilizadas, prevenindo exploração comercial ou manipulação de comportamentos.

O desenvolvimento de protocolos de segurança cibernética específicos para neuroeducação é indispensável. Cabral et al. (2025) indicam que vulnerabilidades digitais podem expor dados sensíveis, exigindo investimentos contínuos em criptografia e monitoramento de sistemas para manter a integridade dos registros.

A influência de algoritmos de aprendizagem adaptativa sobre processos decisórios dos professores merece atenção crítica. Ischkanian et al. (2026) argumentam que recomendações automatizadas não podem substituir o julgamento pedagógico humano, devendo ser vistas como ferramentas complementares, não determinantes.

A formação ética de profissionais de educação deve incluir treinamento em neurotecnologias. Silva et al. (2026) apontam que compreender implicações legais, riscos de privacidade e limites do consentimento informado é tão essencial quanto dominar recursos tecnológicos, criando uma base de responsabilidade educativa.

O acompanhamento do impacto socioemocional das intervenções neurotecnológicas é central. Demo et al. (2025) indicam que alterações de comportamento ou estresse decorrentes do uso de tecnologias cognitivas devem ser monitoradas, evitando efeitos adversos sobre o bem-estar psicológico do aluno.

A transparência nos processos de coleta e análise de dados é um imperativo ético. Oliveira et al. (2026) sugerem que relatórios claros e acessíveis para estudantes e responsáveis podem fortalecer a confiança na aplicação das tecnologias e reduzir a percepção de manipulação.

O alinhamento entre políticas públicas e inovação tecnológica é determinante para evitar lacunas regulatórias. Fávero e Centenaro (2019) ressaltam que iniciativas fragmentadas podem gerar inconsistências jurídicas, deixando escolas e desenvolvedores sem diretrizes precisas sobre práticas aceitáveis.

A reflexão crítica sobre os limites da neuroeducação deve permear o planejamento curricular. Carvalho et al. (2026) enfatizam que tecnologias devem ser integradas de forma consciente, respeitando processos de aprendizagem natural e promovendo autonomia intelectual, sem criar dependência de mediadores tecnológicos.

O debate sobre ética e privacidade na neuroeducação se entrelaça com princípios de equidade e inclusão. Vieira et al. (2026) demonstram que a implementação responsável de ferramentas cognitivas requer atenção simultânea à proteção de dados, formação docente e adaptação pedagógica contextualizada.

O uso de neurotecnologias como instrumentos de avaliação contínua exige cautela. Silva et al. (2026) evidenciam que interpretar sinais neurais como indicadores absolutos de desempenho pode induzir preconceitos e reduzir a complexidade da aprendizagem a métricas simplificadas.

A interdisciplinaridade entre neurociência, educação e tecnologia revela novas dimensões do processo formativo. Belchior et al. (2025) sugerem que a colaboração entre especialistas permite construir práticas que respeitam limites éticos, promovem inclusão e potencializam o aprendizado sem comprometer direitos individuais.

A participação ativa da comunidade escolar é fundamental para legitimar o uso de neurotecnologias. Oliveira et al. (2026) indicam que consultas públicas e fóruns de debate podem equilibrar inovação e responsabilidade social, criando consensos sobre limites aceitáveis e proteção de dados.

A consolidação de uma ética robusta para neuroeducação requer visão prospectiva e constante revisão. Ischkanian et al. (2025) defendem que práticas pedagógicas que integram neurotecnologia precisam evoluir acompanhando avanços científicos e sociais, assegurando que a inovação nunca se sobreponha aos direitos humanos e à dignidade do estudante.

## 3. CONCLUSÃO

O avanço das neurotecnologias na educação representa uma oportunidade sem precedentes para repensar como o ensino pode se adaptar às necessidades individuais de cada aluno. Essas ferramentas permitem identificar padrões de aprendizagem únicos, oferecendo caminhos diferenciados que valorizam a singularidade cognitiva, emocional e comportamental. Ao integrar dados cerebrais e processos pedagógicos, abre-se espaço para práticas educativas que vão além da padronização, promovendo uma experiência de aprendizado profundamente personalizada.

A personalização proporcionada pelas neurotecnologias não se restringe a otimizar desempenho acadêmico; ela redefine a relação entre professor e aluno. A informação sobre estilos de aprendizagem, níveis de atenção e engajamento possibilita que educadores tomem decisões mais precisas e contextualizadas, moldando estratégias de ensino que respeitam ritmos e interesses individuais. Este tipo de abordagem fortalece a autonomia do estudante, incentivando-o a participar ativamente do próprio processo formativo.

Ao considerar a inclusão, as neurotecnologias oferecem soluções para superar barreiras históricas enfrentadas por estudantes com diferentes capacidades. Ferramentas adaptativas e interfaces cognitivas criam oportunidades para que todos tenham acesso a conteúdos de forma equitativa, sem que limitações físicas ou cognitivas sejam obstáculos ao

aprendizado. Dessa maneira, a educação se aproxima de um modelo verdadeiramente universal, capaz de acolher a diversidade em sua plenitude.

A integração dessas tecnologias exige repensar a formação docente e os modelos pedagógicos tradicionais. Professores precisam desenvolver habilidades para interpretar dados cognitivos e traduzir essas informações em estratégias didáticas efetivas. Essa transformação não significa substituir o educador, mas ampliar suas competências, fortalecendo o papel humano na mediação entre tecnologia e aprendizagem.

Além de benefícios diretos para o aluno, a aplicação ética e consciente das neurotecnologias promove um ambiente escolar mais inclusivo e respeitoso. A coleta e o uso de dados requerem cuidado extremo, garantindo confidencialidade e transparência. Um ecossistema educativo construído sob essas premissas valoriza não apenas resultados acadêmicos, mas também o bem-estar emocional e a integridade de cada estudante.

As fronteiras da aprendizagem personalizada permitem explorar novas formas de engajamento e motivação. Recursos digitais inteligentes podem transformar tarefas repetitivas em experiências desafiadoras e envolventes, mantendo o interesse dos alunos e estimulando a curiosidade. Essa capacidade de tornar o aprendizado significativo fortalece competências cognitivas, socioemocionais e criativas, preparando estudantes para enfrentar desafios complexos de maneira autônoma.

O potencial transformador das neurotecnologias não se limita à sala de aula tradicional. Plataformas digitais, realidade virtual e ambientes de simulação interativa expandem as possibilidades de imersão, oferecendo experiências educacionais que antes eram inalcançáveis. Essas estratégias estimulam habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração, promovendo um aprendizado ativo que integra teoria e prática.

Embora os avanços sejam promissores, é essencial manter um olhar crítico sobre os limites dessas tecnologias. A inovação não pode se sobrepor às necessidades humanas fundamentais nem reduzir a educação a um simples processamento de dados. A integração bem-sucedida depende de equilíbrio entre tecnologia, ética e pedagogia, garantindo que cada recurso seja utilizado como instrumento de potencialização, e não como substituto da experiência educacional plena.

A consolidação de um aprendizado verdadeiramente personalizado implica repensar não apenas métodos e recursos, mas também estruturas institucionais e currículos tradicionais. A incorporação das neurotecnologias oferece insights que permitem identificar lacunas de aprendizagem, reconhecer talentos e compreender dificuldades específicas de cada estudante, tornando possível a criação de trajetórias educativas individualizadas. Esse processo exige que escolas e políticas educacionais sejam flexíveis, capazes de adaptar espaços, tempos e

estratégias pedagógicas, promovendo uma educação que dialogue com as necessidades contemporâneas sem perder a perspectiva ética e inclusiva.

O potencial transformador dessas tecnologias também reside na capacidade de fomentar práticas colaborativas e interdisciplinares. Ao integrar informações cognitivas com contextos sociais, culturais e emocionais, torna-se possível elaborar projetos que articulam conteúdos diversos, estimulam pensamento crítico e fortalecem competências socioemocionais. A educação não se limita à transmissão de conhecimento, mas transforma-se em um espaço de experimentação, descoberta e co-construção de saberes, em que cada estudante atua como agente ativo na construção de seu próprio desenvolvimento e no fortalecimento de uma comunidade de aprendizagem inclusiva e responsável.

## REFERÊNCIAS


AZEVEDO, Celine Maria de Sousa; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; CARVALHO, Silvana Nascimento de; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; NASCIMENTO, Dalva Costa do; VENDITTE, Neusa; GRUPO ESCOTEIRO JOÃO OSCALINO. **Pinóquio, entre fantasia e realidade: o papel do imaginário infantil na compreensão da honestidade e das consequências da mentira.** Clube de Autores, 2025. 42 p. Disponível em: https://doceru.com/doc/xsv1es1s. Acesso em: 03 mar. 2026.

BATISTA, Maria Gleicy Gurgel Correia; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira. **O desafio da valorização docente: impactos da desvalorização salarial na qualidade da educação contemporânea.** Clube de Autores, 2025. 39 p. Disponível em: https://www.academia.edu/143823591/O_DESAFIO_DA_VALORIZA%C3%87%C3%83O_DOCENTE_IMPACTOS_DA_DESVALORIZA%C3%87%C3%83O_SALARIAL_NA_QUALIDADE_DA_EDUCA%C3%87%C3%83O_CONTEMPOR%C3%82NEA. Acesso em: 03 mar. 2026.

BELCHIOR, Idênis Glória; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; DEMO, Giane; VENDITTE, Neusa; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; CARVALHO, Silvana Nascimento de. **Neuropsicopedagogia aplicada: estudo de caso com intervenção em sala de aula.** Clube de Autores, 2025. p. 1–42. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/901692253/Neuropsicopedagogia-Aplicada-Estudo-de-Caso-Com-Intervencao-Em-Sala-de-Aula. Acesso em: 03 mar. 2026.

BELCHIOR, Idênis Glória; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; CARVALHO, Silvana Nascimento de; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; VENDITTE, Neusa; GRUPO ESCOTEIRO JOÃO OSCALINO. **Neuropsicopedagogia, Piaget e o desenvolvimento infantil: contribuições para práticas pedagógicas inclusivas por meio da construção de materiais pedagógicos recicláveis.** Clube de Autores, 2025. p. 1–48. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/911180425/Neuropsicopedagogia-Piaget-e-o-Desenvolvimento-Infantil. Acesso em: 03 mar. 2026.

BRAGA, Regina Daucia de Oliveira; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; BELCHIOR, Idênis Glória; VIEIRA, Nívea Maria Costa; CARVALHO, Silvana Nascimento de; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; CARVALHO, Gabriel Nascimento de. **Neuroplanejamento educacional: estratégias para otimizar aprendizagem e engajamento em sala de aula.** Clube de Autores, 2025. p. 1–69. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111539026c91224. Acesso em: 03 mar. 2026.

CABRAL, G. N.; ISCHKANIAN, S. H. D.; DA SLIVA, D. R.; PRADO, M. J. C.; VIEIRA, N. M. C.; DE ALMEIDA, R. C. G.; OLIVEIRA, I. da S. **Tecnologias na educação: ferramentas digitais como aliadas na aprendizagem de alunos típicos e atípicos.** In: Unindo Saberes: Caminhos para o desenvolvimento do pensamento crítico, formação e inovação educacional, v. 2. Gladys Nogueira Cabral (Org.). Formiga (MG): Editora MultiAtual, 2025. 174p. ISBN 978-65-6009-159-7.

CABRAL, G. N.; SOUZA, A. S.; ESPINOZA CABRAL, S. L. ASSUNÇÃO, D. B. DE; MENDES, R. C. M. B. (2024a). **Explorando os benefícios da gamificação na educação: tornando o aprendizado mais divertido.** In: Tecnologias emergentes e metodologias ativasem foco: construindo vias alternativas para o conhecimento. Volume II. (Org). Gladys Nogueira Cabral. Itapiranga: Schreiben, 141 p. Doi: 10.29327/5384337.1-3.

CABRAL, Gladys Nogueira; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; SILVA, Diogo Rafael da; PRADO, Maria José Costa; VIEIRA, Nívea Maria Costa; ALMEIDA, Rita Cristina Guimarães de; OLIVEIRA, Ivoney da Silva. **Tecnologias na educação: ferramentas digitais como aliadas na aprendizagem de alunos típicos e atípicos**. In: CABRAL, Gladys Nogueira (org.). *Unindo saberes: caminhos para o desenvolvimento do pensamento crítico, formação e inovação educacional*. Volume 2. Formiga, MG: Editora MultiAtual, 2025. p. 117–174. il. DOI: 10.5281/zenodo.15135799.

CABRAL, Gladys. Nogueira. A **utilização da realidade virtual como ferramenta de aprendizagem de espanhol: uma análise comparativa entre métodos tradicionais e inovações tecnológicas.** In: CABRAL, Gladys Nogueira (org.). Psicologia, tecnologias e educação: reflexões contemporâneas. v. III. Alegrete, RS: Editora TerriED, 2024.

CARVALHO, Gabriel Nascimento de; RIBEIRO, Hevelin Katana Farias; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; CARVALHO, Sygride Nascimento de. **Integração interdisciplinar e contextualização do currículo.** In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção*. Clube de Autores, 2026. p. 57–58. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. 03 mar. 2026.

CARVALHO, Silvana Nascimento de; RIBEIRO, Hevelin Katana Farias; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; ISCHKANIAN, Sandro Garabed. **Do fazer ao aprender no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e adaptação de recursos.** In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção*. Clube de Autores, 2026. p. 41–42. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. Acesso em: 03 mar. 2026.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DEMO, Giane; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; VIEIRA, Nívea Maria Costa; BRAGA, Regina Daucia de Oliveira; SANTOS, Damião de Souza; RIBEIRO DOS SANTOS, Priscilla Nayane Magalhães. **Neurociência, neurodesenvolvimento infantil e alfabetização: a importância da maturidade cerebral para a aprendizagem da leitura.** Clube de Autores, 2025. p. 1–31. Disponível em: https://doceru.com/doc/xsc11cn1. Acesso em: 03 mar. 2026.

EVANGELISTA, Joana de Lourdes. **Tecnologia e neurociência na aprendizagem inclusiva**. Revista Tópicos, v. 3, n. 26, p. 1-14, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17297982.

FÁVERO, A. A.; CENTENARO, J. B. **A pesquisa documental nas investigações de políticas educacionais: potencialidades e limites.** Contrapontos, v. 19, n. 1, p. 170-184, 2019.

FERREIRA, Juliana Balta; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; SILVA, Francisca Araujo da; CAMPOS, Elda Lúcia Freitas; BRAGA, Regina Daucia de Oliveira; CARVALHO, Silvana Nascimento de. **As contribuições das neurociências para o processo de alfabetização: uma análise das teorias de Piaget, Vygotsky, Wallon, Ana Teberosky e Emília Ferreiro no contexto do desenvolvimento cognitivo e linguístico.** Clube de Autores, 2025. p. 1–36. Disponível em: https://www.academia.edu/128374221/NEUROCIENCIAS_E_ALFABETIZACAO. Acesso em: 03 mar. 2026.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M**. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação.** Logeion: Filosofia da informação, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

ISCHKANIAN, S. H. D. et al. **Aprendizagem e cognição: os processos de ensino dos indivíduos com necessidades especiais com ocorrências bem sucedidas na aprendizagem.** In: PORTELA, E. N. et al. (org.). *Educação em movimento: transformações e desafios na contemporaneidade*. 2. ed. Itapiranga, SC: Editora Schreiben, 2022. v. 2, p. 45-54.

ISCHKANIAN, S. H. D. et al. **Neurociências e transtornos de aprendizagem: práticas educativas para (re)significar o trabalho na sala de aula.** In: SANTOS, T. A. (org.). *Ensino e aprendizagem: desafios e possibilidades diante das teorias e práticas inclusivas*. Itapiranga, SC: Editora Schreiben, 2022. v. 1, p. 57-66.

ISCHKANIAN, S. H. D. **Tecnologia assistiva (TA): Prancha de madeira estruturar para atividades pedagógicas.** 2021. Disponível em: https://autismosimonehelendrumond.blogspot.com/2021/07/metodo-de-portfolios-educacionais-shdi_28.html. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, S. H. D.; CABRAL, G. N. et al. **Robótica sustentável: da reciclagem à educação tecnológica do futuro para preservação do meio.** In: COSTA, H. C. O.; SANTOS, D. A. (org.). *Desafios da educação: a importância da tecnologia e inclusão na prática*. Itapiranga, SC: Schreiben, 2022. v. 1, p. 128-137.

ISCHKANIAN, S. H. D.; CABRAL, G. N.; DE SOUZA, A. S.; MORAES, M. I. da S.; GARABED ISCHKANIAN, S.; DE CARVALHO, G. N. **Educação, tecnologia e inclusão: contorno e entorno nas formas de ensinar e aprender.** In: Educação, tecnologia e inclusão: desafios antigos e contemporâneos. (Orgs.). G. de O. dos S. OLIVEIRA; H.C.O. da COSTA. Itapiranga: Schreiben, 2022., 140 p. Disponível em: https://pt.slideshare.net/slideshow/educao-tecnologia-e-incluso-desafios-antigos-e-contemporneos/255592081#2. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond. **O significado do jogo, brincadeira e do brinquedo no desenvolvimento e formação da criança na educação infantil.** São Paulo: Soescola, 2018. 36 p. Disponível em: https://www.soescola.com/uploads/2018/01/SHD_Ischkanian_O_Significado_do_Jogo_Brincadeira_e_do_Brinquedo_no_Desenvolvimento_e_Formacao_da_crianca_na_Educacao_Infantil.pdf. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; DEMO, Giane; RONQUE, Wanessa Delgado Silva; SANTOS, Eliane Aparecida da Silva; SILVA, Francisca Araújo da; ISCHKANIAN, Sandro Garabed. **O impacto das inovações tecnológicas nas áreas de saúde e educação inclusiva: como as novas tecnologias estão modificando as práticas pedagógicas e as pesquisas nas áreas da educação global e saúde.** Clube de Autores, 2025. Disponível em: https://www.academia.edu/126987303/O_IMPACTO_DAS_INOVA%C3%87%C3%95ES_TECNOL%C3%93GICAS_NAS_%C3%81REAS_DE_SA%C3%9ADE_E_EDUCA%C3%87%C3%83O_INCLUSIVA?(..). Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; FELISBERTO, Larissa de Sá Cardoso; FRANDELIND, Cristiane Francisca; OLIVEIRA JÚNIOR, José Maria de; CARVALHO, Silvana Nascimento de. **Tecnologias digitais na formação de professores: capacitação para o ensino híbrido e remoto.** Clube de Autores, 2025. Disponível em: https://www.passeidireto.com/arquivo/161188417/tecnologias-digitais-na-formacao-de-professores. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; SANTOS, Wilson Bezerra dos; CARVALHO, Silvana Nascimento de; ISCHKANIAN, Sandro Garabed. **Cultura maker e tecnologias de baixo custo como estratégias de inclusão educacional: caminhos inovadores da educação infantil ao ensino superior**. In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção.* Clube de Autores, 2026. p. 49–56. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; SILVA, Lucas Serrão da; ISHKANIAN, Sandro Garabed; SANTOS, Leizane Ferreira dos; CARVALHO, Silvana Nascimento de; VENDITTE, Neusa. **O lúdico e a aprendizagem significativa: a importância do brincar no desenvolvimento infantil.** 55 p. 2024. Disponível em: https://www.academia.edu/126449626/O_L%C3%9ADCO_E_A_APRENDIZAGEM_SIGNIFICATIVA. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; VIANA, Fabiane Bandeira; CARVALHO, Silvana Nascimento de; BELCHIOR, Idênis Glória. **Inteligência artificial e tecnologias digitais emergentes aplicadas à personalização do ensino, avaliação adaptativa e promoção da aprendizagem inclusiva.** In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção*. Clube de Autores, 2026. p. 94–107. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. Acesso em: 03 mar. 2026.

ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; MACIEL, Érica Ribeiro de Souza. **O lúdico: jogos, brinquedos e brincadeiras na construção do processo de aprendizagem na educação infantil.** Revista Eletrônica Mutações, v. 8, n. 14, p. 202–206, 2017. Disponível em: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/relem/article/view/3592. Acesso em: 19 fev. 2026.

JIAO, Dian. **Leveraging neurotechnology for neurodivergent education: a narrative review**. Learning: Research and Practice, v. 11, n. 1, p. 13-37, 2025. DOI: 10.1080/23735082.2025.2517052.

MORAES, Omar Khayyam Duarte do Nascimento et al. **Tecnologias imersivas e inclusão educacional: recursos digitais para a aprendizagem acessível**. ARACÊ, v. 8, n. 1, p. e11670, 2026. DOI: 10.56238/arev8n1-039.

MORALES, W. G. B**. Análisis de Prisma como Metodología para Revisión Sistemática: una Aproximación General.** Saúde em Redes, v. 8, n. sup1, p. 339-360, 2022.

MUKHERJEE, Ujjal. **Neurodiverse Education and Chatbots as Personalized Learning Tools: Opening the Research Agenda**. Journal of Informatics Education and Research, v. 5, n. 1, 2025. DOI: 10.52783/jier.v5i1.2065.

NARCISO, R.; SANTANA, A. C. A. **Metodologias científicas na educação: uma revisão crítica e proposta de novos caminhos.** ARACÊ, v. 6, n. 4, p. 19459-19475, 2025.

OLIVEIRA, Mara Lúcia Nunes de Lima; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; SANTOS, Wilson Bezerra dos; CARVALHO, Silvana Nascimento de. **Do fazer ao aprender: tecnologias inclusivas de baixo custo e cultura maker na construção de uma educação inovadora e equitativa.** In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção.* Clube de Autores, 2026. p. 34–41. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. Acesso em: 03 mar. 2026.

OLIVEIRA, Mara Lúcia Nunes de Lima; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; CARVALHO, Silvana Nascimento de; CARVALHO, Gabriel Nascimento de. **Racismo e linguagem: alertas para a atuação de educadores infantis.** In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção*. Clube de Autores, 2026. p. 64–78. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. Acesso em: 03 mar. 2026.

PAGE, M. J et al. **The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.** BMJ, v. 1, n. 1, p. 1-1, 29 mar. 2021.

SILVA, Francisca Araújo da; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; CARVALHO, Silvana Nascimento de; CARVALHO, Gabriel Nascimento de; RODRIGUES, Rosimery Mendes; CARVALHO, Eliana Drumond de. **Impacto das interações sociais mediadas por brincadeiras estruturadas no desenvolvimento comunicativo de crianças autistas de 4 anos.** 2025. Disponível em: https://www.passeidireto.com/arquivo/196982118/brincadeiras-estruturadas-no-desenvolvimento-comunicativo-de-criancas-autistas-d. Acesso em: 03 mar. 2026.

SILVA, Francisca Araújo da; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; RIBEIRO, Hevelin Katana Farias; CARVALHO, Silvana Nascimento de. **Avaliação na educação infantil: escuta sensível, necessidades das crianças e acompanhamento do desenvolvimento.** In: ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond (org.). *Futuro em Construção.* Clube de Autores, 2026. p. 4–16. Disponível em: https://www.calameo.com/books/007278111cee751be09f1. Acesso em: 03 mar. 2026.

SILVA, Francisca Araújo da; MENDES, Maria Rita Araújo da Silva; PEREIRA, Netania Martins; NUNES, Izes Deise Silva de Sousa; MEDEIROS, Adriana dos Santos; NASCIMENTO, Jessica Iara; ROSA, Karyanne Moreira da Silva Nogueira; SILVA, Helen Taciene Santos Rabelo da; FERNANDES, Alyne Mônica dos Santos; SOUSA, Elaine Gabriel de**. Inclusão e acessibilidade: desenvolvimento de materiais adaptativos e recursos multimídia para atender alunos com diferentes necessidades, garantindo participação plena de todos.** Disponível em: https://www.calameo.com/books/00727811151943831610e. Acesso em: 03 mar. 2026.

SILVA, L. R. C. et al. **Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente.** In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. Anais. Paraná, 2009. p. 4554-4566.

VIEIRA, Nívea Maria Costa; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; VIANA, Fabiane Bandeira; LIMA, Adriana de. **Tecnologias criadas para todos: Cultura Maker, inovação educacional e inclusão no cenário educacional.** Clube de Autores, 2026. Disponível em: https://archive.org/details/cultura-maker-e-a-tecnologias-criadas-para-todos. Acesso em: 03 mar. 2026.

VIEIRA, Nívea Maria Costa; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; DEMO, Giane; SILVA, Francisca Araújo da; ISCHKANIAN, Sandro Garabed; CARVALHO, Silvana Nascimento de. **Tecnologia, inclusão e psicomotricidade: recursos digitais no apoio ao desenvolvimento infantil.** Clube de Autores, 2025. Disponível em: https://www.academia.edu/142908800/TECNOLOGIA_INCLUSAO_E_PSICOMOTRICIDADE_RECURSOS_DIGITAIS. Acesso em: Acesso em: 03 mar. 2026.

VIEIRA, Nívea Maria Costa; ISCHKANIAN, Simone Helen Drumond; CABRAL, Gladys Nogueira; ISCHKANIAN, Sandro Garabed. **Processos de reflexão metalinguística na alfabetização inicial.** Clube de Autores, 2025. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/930878228/Processos-de-Reflexao-Metalinguistica-Na-Alfabetizacao-Inicial-Nivea-Maria-Costa-Vieira-2025. Acesso em: Acesso em: 03 mar. 2026.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**: the development of higher psychological processes. London: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, Semenovitch Lev. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

WILSON, Carolyn. **Alfabetização midiática e informacional: currículo para formação de professores.** Brasília: Unesco, Uftm, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

# CADERNO UNIVERSITÁRIO DE QUESTÕES

Domine seu aprendizado. Supere seus limites.

## DADOS

Nome: _____

Curso: _____

Ano/Semestre: _____

## DADOS DA DISCIPLINA

Disciplina: _____

Professor: _____

EDIÇÕES UNIVERSITÁRIAS

1. Como as neurotecnologias podem redefinir o conceito de aprendizagem personalizada em contextos educativos diversos?
2. De que forma a utilização de dados neurológicos pode equilibrar inovação e ética na educação?
3. Quais desafios surgem quando políticas públicas tentam regular o uso de neurotecnologias em escolas inclusivas?
4. Como o respeito à individualidade dos estudantes pode ser incorporado em estratégias de ensino mediadas por neurotecnologias?
5. De que maneira a personalização do aprendizado pode contribuir para reduzir desigualdades educacionais estruturais?
6. Qual é o papel da criatividade pedagógica na integração de neurotecnologias no cotidiano escolar?
7. Como o engajamento efetivo dos estudantes é afetado pela análise de informações cognitivas em tempo real?
8. Em que medida o uso de neurotecnologias pode gerar novas formas de discriminação ou estigmatização de alunos?
9. Quais limites éticos devem ser considerados ao registrar e analisar dados cerebrais de crianças e adolescentes?
10. Como educadores podem equilibrar autonomia do aluno e orientação tecnológica na aprendizagem personalizada?
11. De que maneira neurotecnologias podem apoiar a inclusão de estudantes com necessidades educativas especiais?
12. Como a utilização de tecnologias imersivas pode transformar práticas pedagógicas tradicionais?
13. De que forma as neurotecnologias podem interagir com metodologias ativas e ensino híbrido?
14. Quais impactos a análise cognitiva individualizada pode ter na motivação e autoestima do aluno?
15. Em que situações a tecnologia pode ultrapassar seu papel de ferramenta e tornar-se condicionante do processo educativo?
16. Como a ética do cuidado se manifesta na coleta e no armazenamento de dados neurológicos de estudantes?
17. Quais riscos estão associados à dependência excessiva de neurotecnologias na sala de aula?

18. Como garantir que práticas de ensino mediadas por neurotecnologias permaneçam inclusivas e não excludentes?

19. De que maneira as neurotecnologias podem favorecer estratégias interdisciplinares e colaborativas no currículo?

20. Como a inteligência artificial aplicada à aprendizagem personalizada pode influenciar decisões pedagógicas?

21. Quais critérios devem nortear a escolha de tecnologias digitais para potencializar a inclusão educacional?

22. Como a avaliação adaptativa baseada em dados neurológicos redefine conceitos tradicionais de desempenho escolar?

23. De que forma a observação das respostas cognitivas pode orientar intervenções pedagógicas mais efetivas?

24. Quais desafios surgem na formação de professores para a integração ética e eficaz de neurotecnologias?

25. Como a neuroeducação pode dialogar com teorias clássicas de desenvolvimento cognitivo e linguístico?

26. Em que medida a personalização do aprendizado contribui para a autonomia intelectual dos estudantes?

27. Como a cultura maker e tecnologias de baixo custo podem se complementar às neurotecnologias?

28. Quais estratégias podem garantir que alunos com dificuldades de aprendizagem não se sintam marginalizados pelo uso de dados cognitivos?

29. Como o respeito à diversidade neurocognitiva pode ser incorporado em políticas de educação inclusiva?

30. Quais são os dilemas éticos emergentes da coleta de dados cerebrais em tempo real em contextos escolares?

31. Como neurotecnologias podem auxiliar na identificação precoce de necessidades educativas especiais?

32. Quais competências socioemocionais são potencializadas pelo uso consciente de tecnologias digitais e neurotecnologias?

33. Como integrar recursos de gamificação e realidade virtual de modo a respeitar os princípios de inclusão?

34. De que forma a reflexão metalinguística pode ser fortalecida pelo uso de ferramentas cognitivas personalizadas?

35. Quais limites devem ser impostos à automação pedagógica baseada em análises neurológicas?

36. Como as neurotecnologias podem ser utilizadas para fomentar práticas pedagógicas mais lúdicas e significativas?

37. Qual a relação entre desenvolvimento cognitivo infantil e aprendizagem mediada por tecnologias imersivas?

38. Como garantir que a análise de dados neurológicos seja transparente e compreensível para pais, professores e estudantes?

39. De que forma a interdisciplinaridade se beneficia da integração de neurotecnologias em projetos escolares?

40. Quais estratégias podem reduzir o risco de manipulação ou uso indevido de informações cerebrais?

41. Como a ética digital se articula com a educação inclusiva e a proteção da privacidade dos alunos?

42. Em que medida o engajamento ativo dos estudantes pode ser potencializado por neurofeedback em sala de aula?

43. Como a personalização do aprendizado pode contribuir para fortalecer competências críticas e criativas?

44. Quais implicações sociais emergem da democratização das neurotecnologias na educação pública?

45. Como a cultura do cuidado deve orientar o desenvolvimento e a implementação de tecnologias cognitivas?

46. De que maneira professores podem atuar como mediadores entre dados neurológicos e experiências de aprendizagem humanas?

47. Como o equilíbrio entre automação pedagógica e presença humana impacta a construção de ambientes inclusivos?

48. Quais práticas podem assegurar que tecnologias cognitivas respeitem diferenças culturais e socioeconômicas?

49. Como a aprendizagem personalizada pode ser avaliada sem reduzir o aluno a métricas cognitivas?

50. Em que medida a exploração ética das neurotecnologias redefine o conceito de equidade na educação contemporânea?

51. Analise criticamente o papel das neurotecnologias na transformação dos processos de aprendizagem, considerando suas implicações para a personalização do ensino, a promoção da inclusão e a ética educacional. Discuta como a coleta e o uso de dados neurológicos podem potencializar estratégias pedagógicas individualizadas, ao mesmo tempo em que apresentam desafios relacionados à privacidade, ao consentimento informado e à equidade entre estudantes. Explore de que forma essas tecnologias podem alterar a dinâmica entre professor e aluno, influenciar a autonomia do estudante e modificar concepções tradicionais de avaliação escolar. Argumente sobre os limites e responsabilidades que docentes, gestores e formuladores de políticas públicas devem assumir ao integrar neurotecnologias, considerando não apenas a eficiência do aprendizado, mas também o desenvolvimento socioemocional, a valorização das diferenças cognitivas e a construção de ambientes educativos inclusivos. Finalmente, reflita sobre como a criatividade pedagógica, a inovação ética e a visão estratégica podem transformar essas ferramentas em instrumentos que promovam uma educação verdadeiramente equitativa e humanizada, evitando que a tecnologia se torne um mecanismo de padronização ou exclusão.